

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»

ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Тема: «Оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами у результаті діяльності аеропорту»

Виконавець: студентка групи ЕК-201м Гриб Аліна Олегівна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри екології Черняк Лариса Миколаївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»:

_____ (підпис)

Кажан К. І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер:

_____ (підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Напрямок (спеціальність, спеціалізація): 101 «Екологія», ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Гриб Аліни Олегівни

1. Тема роботи «Оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами у результаті діяльності аеропорту» затверджена наказом ректора від 11.10.2019 р. №2364/ст.
2. Термін виконання роботи: з 14.10.2019 по 03.02.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела, матеріали отримані під час проходження екологічної та переддипломної практик, аналіз літературних даних та законодавчих документів.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, аналіз забруднення навколишнього середовища в зоні аеропорту, вплив нафти і її продуктів на ґрунти та живі організми, міграція та перерозподіл забруднюючих речовин, оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами у результаті діяльності аеропорту, висновки.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Складання літературного огляду по темі	14.10.2018-22.10.2018	
2	Опрацювання закордонних та вітчизняних літературних джерел	23.10.2018-05.11.2018	
3	Проведення дослідів	06.11.2018-15.12.2018	
4	Опрацювання інформації (групування, зведення у таблиці, побудова схем, графіків)	11.12.2018-31.12.2018	
5	Передзахист дипломної роботи (І етап)	17.12.2018	
6	Обробка і оформлення вихідних матеріалів дипломної роботи	02.01.2019-15.01.2019	
7	Формування висновків і рекомендацій	16.01.2019-19.01.2019	
8	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів	20.01.2019-31.01.2019	
9	Передзахист дипломної роботи (ІІ етап)	23.01.2020	
10	Захист дипломної роботи	03.02.2020	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доцент кафедри БЖД, Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 20 __ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____
(підпис керівника)

Черняк Л.М.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника)

Гриб А.О.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами у результаті діяльності аеропорту»: 88 с., 32 рис., 7 табл., 64 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: забрудненість нафтопродуктами ґрунтів територій авіапідприємств.

Предмет дослідження – ґрунти територій авіапідприємств.

Мета роботи – оцінка ступеню впливу аеропорту на навколишнє природне середовище м. Києва, зокрема на якісні зміни ґрунтів території навколо аеропорту.

Методи дослідження – статистичний, монографічний, експериментальні методи.

В дипломній роботі визначено рівень забрудненості нафтопродуктами ґрунтів територій авіапідприємств. Встановлено залежність ростових характеристик рослин у залежності від відстані до джерела забруднення нафтопродуктами в аеропорту.

**НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ҐРУНТИ, НАФТОПРОДУКТИ,
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, БІОТЕСТУВАННЯ**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ЗОНІ АЕРОПОРТУ.....	12
1.1. Сучасний стан агроландшафтів України	13
1.2. Джерела забруднення нафтопродуктів ґрунтів на території аеропорту	15
1.3. Оцінка емісії забруднюючих речовин в циклі посадка / зліт	18
1.4. Висновки до розділу.....	20
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ НА ҐРУНТИ ТА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ.....	21
2.1. Вплив нафти і нафтопродуктів на біологічні властивості ґрунтів	23
2.2. Забруднення води і ґрунту.....	25
2.3. Нормування і оцінка екологічного стану ґрунтів, забруднених нафтопродуктами	29
2.5. Висновки до розділу.....	35
РОЗДІЛ 3. МІГРАЦІЯ ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .	37
3.1. Форми знаходження, поведінка нафтопродуктів в ґрунтах.....	37
3.2. Вплив температури.....	40
3.3. Вплив фізичних показників ґрунту	40
3.4. Тимчасова і просторова динаміка акумуляції та міграції нафтопродуктів	41
3.5. Вертикальна міграція нафтопродуктів у поверхневих шарах ґрунту	44
3.6. Кінетика поглинання нафтопродуктів ґрунтами різного типу	47
3.7. Висновки до розділу.....	50
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНОСТІ ҐРУНТІВ НАФТОПРОДУКТАМИ В РЕЗУЛЬТАТІ ДІЯЛЬНОСТІ АЕРОПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ РОСЛИННИХ ТЕСТ-СИСТЕМ.....	52
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	71

5.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори в лабораторії «Авіаційних паливо-мастильних матеріалів»	71
5.2. Заходи захисту від шкідливих та небезпечних факторів	74
5.3. Рекомендації, щодо покращення умов праці експерта лабораторії	79
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ...	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

НС – навколишнє середовище;

ГПК – ґрунтовий поглинальний комплекс;

ЕКО – ємність катіонного обміну;

НП – нафтопродукти;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

ВМ – важкі метали.

ВСТУП

Актуальність теми. Надмірне забруднення нафтопродуктами ґрунтів призводить до вилучення великих площ земель з експлуатації та порушення екологічного балансу.

Стан навколишнього природного середовища є однією з найбільш гострих соціально-економічних проблем, прямо або побічно зачіпають інтереси кожної людини. Екологічні проблеми за своїми масштабами і значенням відносять до ряду глобальних проблем сучасності, які не мають державних кордонів.

Для об'єктивної оцінки екологічних наслідків антропогенних змін ґрунтів необхідно чітко уявляти екологічну роль ґрунту в біосфері. В даний час розроблена нова концепція ролі педосфери як геомембрани планети. Згідно з цими уявленнями ґрунт розглядається як напівпроникна земна оболонка, функціонально в якійсь мірі аналогічна біомембрані, здатна вибірково відображати, поглинати або пропускати і трансформувати енергетичні і речові потоки між внутрішніми і зовнішніми оболонками Землі. Цілком очевидно, що, незважаючи на виняткову роль ґрунту як основного засобу виробництва в землеробстві, її значення в житті людини ще до кінця не розкритий. Перш за все, ґрунт все в більшій мірі постає перед нами в якості основної середовища існування всього органічного світу на Землі. Ґрунт - це особлива поліфункціональна система взаємодії між наземними організмами і поверхневими гірськими породами в різних умовах клімату, рельєфу місцевості і господарської діяльності людини [1-4].

В даний час ґрунт набуває ще більшого значення в житті суспільства і природи як особлива поліфункціональна система взаємодії природних і антропогенних факторів.

Разом з цим, збільшення об'ємів споживання нафтопродуктів веде до інтенсифікації робіт із буріння свердловин та збільшення об'ємів перекачування нафти нафтопроводами. При цьому відбуваються розливи нафти, що призводить до забруднення ґрунтів і виникнення проблеми їх рекультивації.

В Україні налічується більше 5 тисяч кілометрів магістральних і понад 20 тисяч кілометрів промислових трубопроводів, які охоплюють усі природно-кліматичні та економічні регіони. Високий ступінь зношеності обладнання, непередбачувані природні явища та антропогенний чинник призводять до постійного забруднення ґрунтового покриву навколо об'єктів нафтогазового комплексу. За приблизними розрахунками видобуток 1 тони нафти супроводжується руйнуванням або забрудненням 1-1,3 м³ ґрунту. За даними статистики, тільки в Україні в нафтогазовій промисловості кількість аварійних ситуацій сягає 1,5 тисячі на рік [4].

При бурінні та експлуатації свердловин трапляються виливи нафти і засолених пластових вод на прилеглу територію, а також ущільнення ґрунту під впливом техніки. Ці ділянки мають переважно невелику площу, у середньому близько 2 га на одну бурову установку.

Є випадки потрапляння нафтопродуктів до ґрунтових водоносних горизонтів, що унеможливорює їх використання. Порушується екологічна рівновага і забруднення набуває глобального характеру. Все це обумовлює актуальність відновлення забруднених ґрунтів.

Мета роботи – оцінка ступеню впливу аеропорту на навколишнє природне середовище м. Києва, зокрема на якісні зміни ґрунтів території навколо аеропорту.

Завдання роботи:

1. Аналіз забруднення навколишнього середовища в зоні аеропорту;
2. Аналіз вплив нафти і нафтопродуктів на ґрунти та живі організми;
3. Аналіз міграції та перерозподілу забруднюючих речовин у ґрунті;
4. Оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами результаті діяльності аеропорту за допомогою рослинних тест-систему.

Об'єкт – забрудненість нафтопродуктами ґрунтів територій авіапідприємств.

Предмет дослідження – ґрунти територій авіапідприємств.

Методи дослідження – статистичний, монографічний, експериментальні методи.

Наукова новизна отриманих результатів. Встановлено залежність

ростових характеристик рослин у залежності від відстані до джерела забруднення нафтопродуктами в аеропорту.

Практичне значення – підібраний тип рослин, що є найбільш чутливим саме до нафтового забруднення.

Особистий внесок здобувача – проаналізовано науково-технічну літературу, експериментально досліджено за допомогою біотестування наявність хімічного забруднення ґрунту на території аеропорту.

Апробація отриманих результатів. Результати дипломної роботи доповідалися на:

- диплом II ступеня IV Всеукраїнського конкурсу «Молодь і прогрес у раціональному природокористуванні» у номінації «Хімотологія, альтернативні та перспективні моторні палива»;
- участь у другому турі Всеукраїнського конкурсу-захисту студентських наукових робіт в галузі «Нафтова та газова промисловість» 2018/2019 н.р.;
- Гриб А.О. Фіторе mediaція нафтозабруднених ґрунтів: зб. тез доп. IX Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, Ірпінь, 04-15 листопада 2019 р. – Університет ДФС України. – Ірпінь, 2019. – 201-203 с.;
- Гриб А.О. Полютанти у відпрацьованих газах автомобільних двигунів: зб. тез доп. VIII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, Ірпінь, 12 – 20 листопада 2018 р. – Національний університет ДФС України. – Ірпінь, 2018. – 194-196 с.;
- Гриб А.О. Загальна характеристика вуглеводоокислюючі мікроорганізмів, виділених з різних нафтозабруднених ґрунтів: зб. тез доп. XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 18 квітня 2019 р., Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2019. – 168 с.;
- Гриб А.О. Технології підвищення екологічності функціонування азс: зб. тез доп. XII Всеукраїнської науковопрактичної конференції молодих учених і студентів, присвяченої пам'яті професора Я.І.Мовчана (з міжнародною

- участю). м. Київ, 19 квітня 2018 р., Національний авіаційний університет / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2018. – 262 с.;
- Гриб А.О. Оцінка небезпеки підземних резервуарів зберігання палива на азс: зб. тез доп. XVI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів "Політ. Сучасні проблеми науки" НАУ, 2018. – 260 с.;
 - Черняк Л.М. Оцінка екологічної небезпеки об'єктів заправлення транспортних засобів паливом / Л.М. Черняк, А.О. Гриб, Л.О. Черній «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». III Міжнародна науково-практична конференція, 14 вересня 2018 р.: Львів: 2018 – С. 193.

Публікації:

- L. Chernyak, M. Radomska, S. Madzhd, A. Hryb, Pavliukh Lesia. The Assessment of the Filling Stations Impact on the Environment // Вісник Національного авіаційного університету (подано до друку).

РОЗДІЛ 1.

ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ЗОНІ АЕРОПОРТУ

Характерною рисою сучасної цивільної авіації є наявність великих аеропортів, в яких сходяться маршрути багатьох літаків. Для таких аеропортів актуальною проблемою стає забруднення навколишнього середовища численними шкідливими речовинами, що утворюються при авіатранспортних процесах.

Відбувається інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери внаслідок надходження вихлопних газів авіаційних двигунів, які містять різні токсичні домішки. Значний внесок в забруднення повітря в зоні аеропортів вносять також вихлопи двигунів спецавтотранспорту, пасажирського і вантажного автотранспорту, викиди шкідливих речовин при роботі аеропортових енергетичних установок і котелень, виробничих і ремонтних цехів, надходження в повітря парів паливно-мастильних матеріалів і авіаційного палива.

Поряд із забрудненням атмосфери в зоні великих аеропортів відбувається значне забруднення поверхневих вод і ґрунту. До цього призводить, головним чином, скидання виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що містять різні шкідливі домішки, а також осадження на поверхні ґрунтів і водою токсичних речовин, що надходять в атмосферу при авіатранспортних процесах.

Аеропорти є також джерелами сильного фізичного (електромагнітного і акустичного) забруднення навколишнього середовища.

До електромагнітного забруднення призводить випромінювання потужних радіолокаційних станцій, призначених для навігації повітряних суден. Дане електромагнітне випромінювання дуже небезпечно для здоров'я людей, знаходяться в зоні його впливу.

Серйозною екологічною проблемою є акустичне забруднення довкілля в районах аеропортів, оскільки літаки є джерелами сильного шуму. При інтенсивній експлуатації аеропортів, як на їх території, так і в прилеглих районах, складається досить несприятлива акустична ситуація, що завдає істотної шкоди здоров'ю

населення.

Отже, внаслідок інтенсивного хімічного забруднення навколишнього середовища великими аеропортами концентрації шкідливих речовин в повітрі, воді та ґрунті часто перевищують гранично допустимі значення не тільки на території аеропортів, а й далеко за їх межами.

1.1. Сучасний стан агроландшафтів України

В усі часи, на різних стадіях розвитку суспільноекономічних відносин у свідомості людини поняття про ґрунт і його родючість були невід'ємними одне від одного поняттями. Родючість кожна людина завжди розглядала як найвагомішу властивість землі як засобу виробництва. В Україні довгий час існувала думка, що відносно родючості ґрунтів не існує ніякої проблеми. Адже країна володіє чвертю всіх світових запасів чорноземів. Проте насправді виявилось, що нині вони хіба що за кольором такі. Доказом цього може бути зразок українського чорнозему, що зберігається у Франції в інституті Л. Пастера і містить 10–12 % гумусу, а нині вміст органічної маси в ґрунтах України становить у середньому 2,5 %, або навіть 1,5 %. Враховуючи це, вже назріла гостра потреба у вирішенні питання щодо виявлення причин зниження родючості ґрунтів України і визначення перспективи її відтворення та збереження.

Родючість ґрунту є одною із важливих властивостей, яка забезпечує всі життєво важливі біосферні функції, втрати яких позбавляють рослини, а також й людину, екологічних основ їхнього комфортного існування. Саме з цих міркувань збереження та відтворення родючості ґрунтів повинні завжди бути у полі зору як органів державної влади, так і органів місцевого самоврядування, окремих власників землі та землекористувачів незалежно від форм власності на землю. При цьому особлива увага повинна бути звернута на безумовне дотримання чинного законодавства країни про земельні ресурси, рекомендацій науково-дослідних установ стосовно раціонального використання земель і збереження та відтворення родючості ґрунтів, раціонального використання природних ресурсів в цілому.

Забруднення ґрунтів зумовлене наявністю у них надмірної кількості важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів і мінеральних добрив тощо. На землях сільськогосподарського призначення забруднення ґрунтів, як правило має локальний характер і залежить від розміщення їх біля промислових об'єктів, атомних електростанцій, сміттєзвалищ, складів мінеральних добрив і отрутохімікатів. Зокрема, серед важких металів екологічно найнебезпечнішими вважаються свинець, кадмій, мідь, цинк. Забруднення ґрунтів України радіонуклідами в основному пов'язане з аварією на Чорнобильській АЕС [1].

В усіх компонентах біосфери інтенсивно накопичуються утворені людиною шкідливі речовини у великих кількостях, що в багато разів перевищують їх природний вміст. Потоки техногенних речовин характеризуються широким спектром органічних і неорганічних сполук, більшість з яких є токсичними, мутагенними і канцерогенними для навколишнього природного середовища та всіх живих організмів. Серед неорганічних сполук одне з головних місць посідають важкі метали, які є дуже токсичними. Їх надходження в біосферу у великих кількостях може призвести до критичного її забруднення. Важкими металами вважають всі хімічні елементи з атомною масою понад 42, які виявляють властивості металів. До цієї категорії належать 40 хімічних елементів. Визначення «важкі метали» умовне, оскільки в цю групу входять мідь, цинк, молібден, кобальт, манган, залізо, які відіграють позитивну біологічну роль і є мікроелементами, життєво необхідними для рослин і тварин. У разі надмірного їх накопичення вони стають токсикантами – важкими металами. Більшість всіх шкідливих речовин, що міститься в повітрі безумовно з часом потрапляє на поверхню землі та в ґрунт і залежно від їх кількості, тривалості дії і фізико-хімічних властивостей ґрунту їх негативний вплив виявляється по-різному [9].

Посилення процесів деградації ґрунтів країни в умовах нових організаційно-правових форм землекористування України свідчить про те, що традиційні методи контролю і спостережень за станом агросфери не відповідають сучасним інформаційним вимогам. В. Белоліпський, В. Греков та А. Покотило пропонують інтегральну модель оцінки агроландшафтів визначення методом

спектрофотометрування з урахуванням різних ґрунтоохоронних рівнів захисту навколишнього середовища, який дозволяє дати об'єктивну оцінку гумусного стану ґрунтів [8].

1.2. Джерела забруднення нафтопродуктів ґрунтів на території аеропорту

Забруднення довкілля нафтопродуктами є актуальною проблемою сьогодення. Удосконалення контролю й методів ліквідації нафтохімічного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод в Україні є одним із заходів, спрямованих на посилення екологічної безпеки держави. На сьогодні практично відсутня система моніторингу і спостережень за станом забруднення довкілля нафтопродуктами і екологічні роботи проводяться безсистемно [1].

Розробка і широке застосування синтетичних і природних органічних сполук в промисловості і при експлуатації автотранспорту привели до усвідомлення можливості забруднення цими сполуками довкілля. Органічні супертоксиканти забруднюють атмосферне повітря, ґрунт і водні об'єкти.

Аеропорт – це багатофункціональне транспортне підприємство, що є наземною частиною авіаційної транспортної системи, яка забезпечує зліт і посадку повітряних суден та їх наземне обслуговування, прийом і відправлення пасажирів, багажу, пошти і вантажів. Аеропорт забезпечує необхідні умови для функціонування авіакомпаній, державних органів регулювання авіаційної та митної діяльності [2]. Об'єктом нашого дослідження був муніципальний аеропорт, який здійснює регулярні й чартерні рейси, займає територію площею 265 га та розташований на відстані 8 км від центру міста.

До складу аеропорту належать будівлі й споруди основного та допоміжного призначення промислового значення:

- аеродром;
- об'єкти управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки;
- споруди обслуговування пасажирських, вантажних і поштових перевезень;
- будівлі та споруди авіаційно-технічної бази;

- об'єкти паливо-мастильного забезпечення;
- транспортні шляхи;
- злітно-посадкова смуга завдовжки 2310 м і завширшки 45 м.

Аеропорт має випробувальну електротехнічну лабораторію, яка проводить вимірювання параметрів електробезпеки виробничих процесів та забезпечує надійність роботи електрообладнання.

Найбільш інтенсивне забруднення довкілля в результаті здійснення авіаційних транспортних процесів відбувається в зоні аеропорту. При цьому швидкість поширення нафтопродуктів на території аеропорту та за його межами значною мірою залежить від метеорологічних умов. Найбільш чітко прослідковується вплив напрямку і швидкості вітру, меншою мірою температури, вологості повітря і сонячної радіації на характер забруднення [3].

У результаті осідання твердих і пароподібних часток з атмосферного повітря, скидів технологічних стічних вод, використання спецрідин для миття літаків і обробки злітно-посадкової смуги, а також через інші причини певна кількість політантів потрапляє в ґрунт, осідає в ньому чи поширюється на великі відстані разом з поверхневими і ґрунтовими водами. При цьому неминуче порушується природний склад ґрунтів, забруднюються ґрунтові води і відкриті водойми [4]. Забруднення ґрунту нафтою на територіях, прилеглих до аеропорту, відбувається через аварійні і технологічні розливи на поверхню землі, а також потрапляння в ґрунт неочищених або недоочищених нафтовмісних стічних вод. Під час зльоту і посадки літака в атмосферу виділяються рідкі і газоподібні продукти згоряння палива, що осаджуються поблизу злітно-посадкової смуги і накопичуються в ґрунті. У разі попадання нафтових вуглеводнів у ґрунт спостерігається інтенсивна трансформація морфологічних і фізіологічних властивостей ґрунту [3; 4]. Глибина проникнення вуглеводнів залежить від тривалості забруднення, складу і концентрації компонентів нафти, ландшафтно-геохімічних особливостей території.

Наслідки забруднення ґрунтів проявляються в зсуві реакції ґрунтового розчину в лужний бік, підвищенні загального вмісту вуглецю в ґрунті в 2–10 рази, а кількості вуглеводнів у 10-100 рази.

Також поблизу аеропортів відбувається забруднення підземних вод нафтопродуктами, переважно, за рахунок втрат рідкого палива під час заправки літаків, а також через технічні помилки при його транспортуванні та зберіганні. На покриттях аеропортів накопичуються суміші, які складаються з пилу, продуктів згоряння палива, часток шин, що стираються, та інших матеріалів. Разом з дощовими потоками все це потрапляє у водойми [5]. Мономолекулярний шар нафти на 50% знижує газопотік, і нафтові забруднення перешкоджають нормальному газо- і теплообміну між атмосферою й гідросферою (1 т нафти поглинає майже весь кисень, що розчинений у 400 000 т води) [6].

З 2015 року в список пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища входить 28 стійких органічних забруднювачів - альдрин, дильдрин, ендрін, хлордан, мірекс, діхлордіфеніл-трихлоретан, гексахлорбензол, токсафен, гептахлор, поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані дибензо-р-діоксин (ПХДД), поліхлоровані дібензофурані (ПХДФ), гексабромбіфеніл, органічні сполуки свинцю, олова і ртуті, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАР), хлордекон, ендосульфат, атразин, гексахлорциклогексан, пентахлорфенол, хлоровані насичені вуглеводні (хлорпарафіни), фталати, октіл- і нонілфенол і ін.

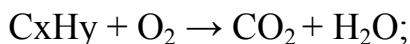
До органічних забруднювачів нафтового походження, завжди присутнім у викидах, стоках відносяться: ПАР; ПХБ; ди (2-етилгексил) фталат; ПХДД, ПХДФ і хлорпарафіни і ін..

ПАР нафтового походження утворюються при неповному згорянні палива або при піролізі мінеральних масел. Крім того, дані вуглеводні містяться в стоках містять нафтопродукти (з гаражів, з приміщень для мийки та ремонту автомобілів, з заправних станцій); в дощових стоках з доріг, в які ПАР потрапляють разом з частинками автомобільних вихлопних газів. Найпоширенішими антропогенними джерелами ПАР нафтового походження є повітряний транспорт.

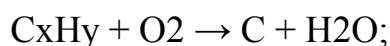
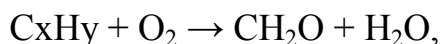
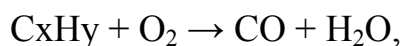
Органічні сполуки нафтового походження в навколишнє середовище потрапляють не тільки від стаціонарних, але і від пересувних джерел. У камерах згоряння теплових двигунів переважно утворюються як органічні, так і неорганічні забруднюючі речовини - продукти горіння, склад яких залежить від складу палива і

коефіцієнта надлишку повітря, що класифікуються за такими ознаками:

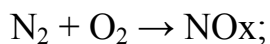
- продукти повного згоряння палива - вуглекислий газ (CO_2):



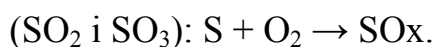
- продукти неповного згоряння палива, що утворюються через нестачу повітря і дифузного горіння, чадний газ (CO), органічні сполуки різної будови (Формальдегід, органічні кислоти, бенз (а) пірен та ін.) І сажа (C):



- речовини, які утворюються в результаті протікання побічних процесів (оксиди азоту, утворені з термічного механізму):



- речовини, утворення яких визначається домішками, що містяться в паливі (сполуки сірки, важких металів), в повітрі (кварцовий пил, аерозолі). так, при горінні палива, що містить сполуки сірки, утворюються оксиди сірки



1.3. Оцінка емісії забруднюючих речовин в циклі посадка / зліт

У 1996 р Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату була виконана оцінка емісії «Парникових» газів від авіатранспорту. Даною організацією розроблено дві версії «Керівних принципів національних інвентаризацій парникових газів» [5, 6], в яких міститься методика визначення величин викидів речовин від авіатранспорту. Дослідженням екологічних проблем, пов'язаних з експлуатацією авіаційних транспортних засобів, також займаються в Національному авіаційному університеті (м.Київ) [9], Московському державному технічному університеті цивільної авіації [7, 8].

Згідно [5], технологічні операції по виконанню польоту включають в себе:

- Цикл посадка / зліт (цикл LTO), який включає всі види діяльності, що виконуються біля аеропорту на висоті нижче 1000 м. Таким чином, він включає

вирулювання, зліт, початковий набір висоти і захід на посадку, саму посадку і руління на стоянку

- Крейсерський політ, який включає всі види діяльності на висоті понад 1000 м. Крейсерський політ включає підйом після набору висоти в циклі ЛТО до висоти крейсерського польоту, зниження з крейсерській висоти до початку операції посадки ЛТО (рис. 1).

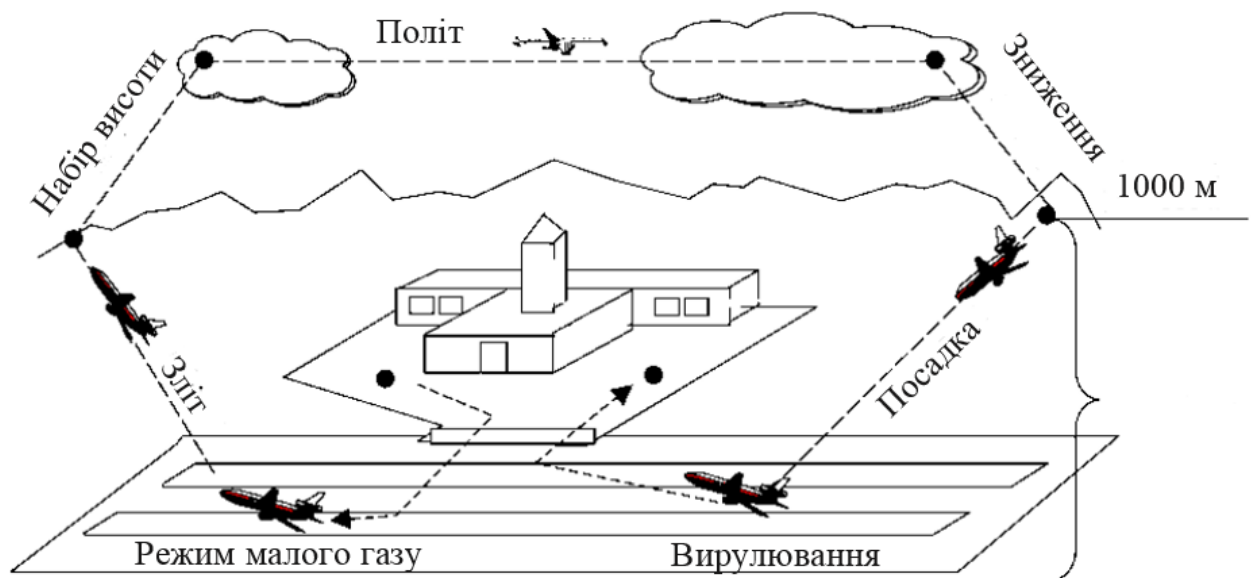


Рис. 1.1. - Схема польотного циклу авіатранспортного засобу [5]

Безпосередньо на території аеропорту здійснюється запуск двигунів, рулювання, зліт і посадка літаків, тобто операції, при яких в атмосферу надходять відпрацьовані гази від авіаційних двигунів, що працюють в місцях попереднього старту (місць очікування) і на злітно-посадковій смугі. Доріжки для руління вважаються ділянками помірного виділення газу внаслідок короткочасного перебування на них літаків [5].

Концентрація речовин, що входять до складу відпрацьованих газів авіадвигунів, швидкість їх поширення по території аеропорту в значній мірі залежить від метеорологічних умов, особливо від швидкості вітру і його напрямку. Інші чинники - температура і вологість повітря, сонячна радіація - хоча і впливають на концентрацію речовин в атмосферному повітрі, проте цей вплив виражений менш яскраво і має більш складну залежність.

1.4. Висновки до розділу

Таким чином, при роботі авіадвигунів в циклі посадка / зліт (цикл LTO) відбувається забруднення нижніх шарів атмосферного повітря, а при рулінні - безпосередньо на території аеропорту. На здійснення циклу витрачається від 55 до 75% всього палива, споживаного авіатранспортних засобом, що визначає основну емісію речовин в рамках циклу LTO. Органічні сполуки нафтового походження в навколишнє середовище потрапляють не тільки від стаціонарних, але і від пересувних джерел.

Посилення процесів деградації ґрунтів в Україні, в умовах зростання техногенного навантаження, свідчить про те, що традиційні методи контролю і спостережень за станом ґрунтів не зовсім відповідають сучасним вимогам щодо оперативності та достовірності та потребують удосконалення.

РОЗДІЛ 2.

ВПЛИВ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ НА ҐРУНТИ ТА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

При попаданні нафти, нафтопродуктів в ґрунт відбуваються глибокі і часто незворотні зміни морфологічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, а іноді і суттєва перебудова всього ґрунтового профілю, трансформація ґрунтових екосистем [17]. Це призводить до втрати забрудненими ґрунтами родючості і виведенню територій з певних категорій землекористування.

Під впливом техногенних потоків нафти значно змінюється морфологічний вигляд ґрунтів. Забарвлення стає більш темним. По ґрунтовому профілю забруднених нафтою ґрунтів відзначається тенденція збільшення потужності гумусового горизонту. Збільшується кількість вохристих, іржаво-бурих плям, Fe-Mn плівок по гранях структурних окремо, зростає ступінь сегрегації заліза. Змінюється характер кордонів між горизонтами: виникає хвилястість, при сильному забрудненні спостерігається розмивання кордонів [19].

Згодом морфологічні ознаки ґрунту при забрудненні нафтою і НП змінюються. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою сильно порушується аерація, створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал. У складі ґрунтового повітря превалює легкі токсичні фракції нафти, шкідливі як для рослин, так і для багатьох мікроорганізмів [17].

Ґрунт стає гідрофобною, а при сильному забрудненні - водонепроникною. Під впливом нафтового забруднення ґрунт втрачає водопідіймальну здатність, різко знижується її вологоємність [21].

Нафта і її продукти, потрапляючи в ґрунт з певними кислотно-основними умовами, порушують рівновагу природних процесів: відбувається утворення ґрунтових розчинів лужними [20, 22].

Трансформація ГПК і складу ґрунтових розчинів також обумовлює зрушення лужно-кислотних умов.

Т. А. Андрєєвої в модельних експериментах встановлено, що в початковий

період часу забруднення (10 днів) як в підзолистої, так і в алювіальній частині ґрунту під впливом високої дози нафти (25%) зменшується кількість обмінних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+}) і величина ЕКО. Це обумовлено утворенням на поверхні гідрофобних плівок, які блокують обмінні центри в ГПК. Поступово вуглеводні нафти піддаються мікробіологічному окисненню, що сприяє відновленню обмінних реакцій в ґрунті [20].

В умовах техногенного забруднення нафтою і НП змінюються параметри змісту і фракційно-груповий склад органічної речовини. Під впливом забруднювачів в ґрунті збільшується загальний вміст органічного вуглецю за рахунок вуглецю нафтового походження [17, 20]. Це підтверджується підвищенням активності деяких ферментів, що беруть участь в процесах гуміфікації.

З плином часу в забруднених ґрунтах спостерігається зниження вмісту вуглецю, що пов'язано зі зменшенням частки летких компонентів в складі нафти, а також активної деструкцією вуглеводнів ґрунтовою мікрофлорою.

Перебудова в системі гумусових речовин обумовлює відмінність в абсолютному змісті не тільки вуглецю, але і азоту, фосфору і калію. Згідно з даними деяких авторів в забруднених нафтою ґрунтах збільшується загальний вміст азоту, що пояснюється додатковим надходженням даного елемента з нафтою, що містить 0,1-0,4% азоту, а також зв'язуванням деякої частини ґрунтового азоту реакційними групами присутніх в нафті з'єднань [23].

Забруднення ґрунтів нафтою викликає депресію процесу нітрифікації і різке зменшення нітратів, що пояснюється зниженням парціального тиску кисню [21].

Зменшення рухомого азоту з біохімічної точки зору: при надлишку вуглецевмісних сполук енергійно розмножуються ті мікроорганізми, які активно засвоюють рухливий азот [24].

Показники калійного стану ґрунтів (калійний потенціал) є інформативними показниками при оцінці техногенного забруднення ґрунтів нафтою. Для характеристики особливої поведінки калію в техногенно-забруднених ґрунтах вивчені термодинамічні показники - активність іонів калію, калійний потенціал і потенційна буферна здатність ґрунтів у відношенні калію. Виявлена тенденція

зменшення кількості водорозчинної форми калію в ґрунті, що пов'язано, ймовірно, з блокування найбільш легкодоступних обмінних позицій на поверхні глинистих кристалів [20].

Таким чином, забруднення ґрунтів нафтою, її продуктами, значно змінює їх морфологічний вигляд, фізичні властивості, кислотність, комплекс обмінних процесів, гумусний стан ґрунтів, азотний, фосфатний і калійний режими.

2.1. Вплив нафти і нафтопродуктів на біологічні властивості ґрунтів

Більшість досліджень, проведених в різних біокліматичних зонах, свідчать про те, що ґрунтові мікроорганізми відповідають на забруднення нафтою і нафтопродуктами (НП) зміною чисельності та складу [21].

Багато авторів відзначають чутливість нітрифікуючих бактерій, мікроорганізмів, зелених і жовто-зелених водоростей до нафтових забруднень [19, 21, 25].

Встановлено, що тривалий вплив нафти на ґрунт призводить до змін її мікробіологічних властивостей. З'являються спеціалізовані форми мікроорганізмів, здатні окисляти тверді парафіни, ароматичні вуглеводні: бактерії пологів *Arthrobacter*, *Baccillus*, *Brevibacterium*, *Nocardia*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, спорогенні дріжджі пологів *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Rhodosporidium*, *Sporobolpmyces*, *Torulopsis*, *Trichosporon*. Авторами визначені найменш чутливі до дії нафти види грибів *Rhiropus nigricans*, *Fusarium moniliforne*, *Aspergillus flavus* і *A. ustus*.

Вплив нафти на живі організми визначаються її концентрацією в середовищі. Під впливом полютантів з перших днів відзначено зниження життєдіяльності мікроорганізмів, які здійснюють розкладання азотовмісних сполук в ґрунті; вуглеводоокислюючих мікроорганізмів (тільки в разі збільшення нафтової навантаження). Чисельність даних мікроорганізмів зростає після закінчення трьох місяців [23].

Встановлено ряд основних груп мікроорганізмів в залежності від ступеня

збільшення їх чисельності при забрудненні чорнозему нафтою і бензином (рис. 2.1.).

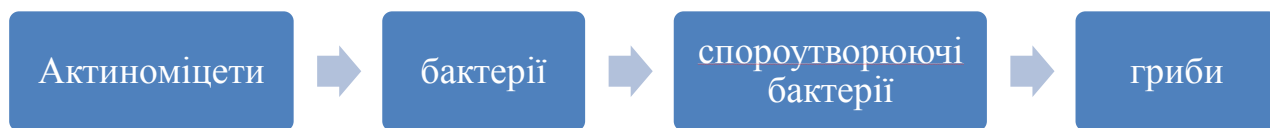


Рис. 2.1. Ряд основних груп мікроорганізмів в залежності від ступеня збільшення їх чисельності при забрудненні чорнозему нафтою і бензином

Зростання числа мікроорганізмів пояснюється внесенням в ґрунт додаткової кількості доступного мікробам органічної речовини, зниження - наявністю в складі нафти і НП речовин, токсичних для мікроорганізмів: толуол, бензол, ксилол, нафталін і ряд ін. Наприклад, бактерії роду *Azotobacter* нечутливі до забруднення ґрунтів нафтою, але сприйнятливі до бензину [27].

В результаті життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, мезофауни і кореневої системи рослин в ґрунті накопичуються різноманітні ферменти.

Дослідженнями встановлено, що забруднення нафтою і НП робить значний вплив на ферментативну активність ґрунтів. Виявлено неоднозначний вплив нафти і НП на активність ґрунтових ферментів. Залежно від виду забруднювача, типу ґрунту, природних умов, групи ґрунтових ферментів, тривалості забруднення ферментативна активність ґрунтів може як посилюватися, так і слабшати [19, 20, 24].

Факторами, що визначають інгібуючий вплив нафти і НП на активність ґрунтових ферментів, є:

1. Токсичний вплив важких металів (ВМ), що містяться в нафті проявляється в тому, що ВМ можуть надати як пряму інгібуючу дію на ферменти, змінюючи їх спорідненість до субстрату, так і знижувати чисельність і порушувати структуру ґрунтових мікроорганізмів, зменшуючи виробництво ферментів. Крім того, іони ВМ (наприклад, міді) на гранулах ґрунту здатні переводити ферменти з сорбованої в водорозчинне стан, що знижує швидкість реакції;

2. Обволікання ґрунтових частинок нафтовими вуглеводнями, що перешкоджає взаємодії ферментів з субстратом, іммобілізації ферментів на їх носіях (наприклад, гумусові кислоти);

3. Присутність ароматичних вуглеводнів;

4. Токсична дія продуктів окислення деяких вуглеводнів (наприклад, гексадециловий спирт, пальмітинова, бензойна, саліцилова кислоти і ін.) на ґрунтову біоту і активність ферментів;

5. Значне збільшення співвідношення C:N, що обумовлено зростанням змісту вуглецю при попаданні вуглеводнів в ґрунт.

Найбільш стійкими до нафтового забруднення є ґрунтові ферменти, трансформують речовини ароматичної природи - поліфенолоксидаза і пероксидаза.

Токсичним по відношенню до рослин вважається рівень вмісту хімічної речовини в ґрунті, при якому на 5-10% знижується урожай або висота рослин [27].

Таким чином, забруднення нафтовими вуглеводнями обумовлює флуктуації середовища, при якій, поряд зі зміною морфологічних, фізико-хімічних характеристик ґрунтів, знижується їх біологічна активність і тривалий період зберігається фітотоксичність ґрунту, що перешкоджає нормальному функціонуванню всього біогеоценозу.

2.2. Забруднення води і ґрунту

Поряд із забрудненням атмосфери в зоні великих аеропортів відбувається значне забруднення поверхневих вод і ґрунту. До цього призводить, головним чином, скидання виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що містять різні шкідливі домішки, а також осадження на поверхні ґрунтів і водою токсичних речовин, що надходять в атмосферу при авіатранспортних процесах [43].

Джерелами виробничих стічних вод в аеропортах є будівлі та споруди технічного обслуговування повітряних суден (авіаційно-технічна база, допоміжні виробництва і ін.), а також будівлі та споруди підсобних приміщень (склади

технічного майна, автобази, пожежне депо, котельні та ін.).

До основних джерел господарсько-побутових стічних вод відносяться будівлі і споруди для обслуговування перевезень: аеровокзал, готель, підприємства харчування (кафе, їдальні), а також території авіамістечка, прилеглих до аеропортів.

Забруднення водойм і ґрунтів шкідливими речовинами, що входять до складу стічних вод аеропортів, завдає великої шкоди навколишньому середовищу, флорі і фауні, здоров'ю людей [44].

Так, забруднення стічних вод нафтопродуктами, що особливо характерно для аеропортів, призводить до різноманітних і глибоких змін водних біоценозів, до деградації і, в кінцевому рахунку, до загибелі флори і фауни водойм.

До шкідливих органічних сполук, що містяться в виробничих стічних водах авіапідприємств, відносяться також ацетон і бензол. Ацетон подразнює шкіру і слизові оболонки, гальмує процес нітрифікації водойм. Бензол викликає гостре подразнення і почервоніння шкіри, надає токсичний вплив на організм.

Для стічних вод виробничих ділянок аеропортів характерно наявність різних сполук алюмінію, берилію, хрому та деяких інших металів, кислот і лугів. Розчинні у воді сполуки алюмінію, деякі з яких токсичні, всмоктуються в кров з кишечника і накопичуються в тканинах. Для риб найбільш шкідливі окис алюмінію, азотнокислий і хлористий алюміній [45].

З'єднання алюмінію негативно впливають і на інших представників водної фауни, а також на флору і мікроорганізми, гальмують процеси самоочищення водойм.

Високо токсичні стічні води з сполуками берилію. Сульфат і хлорид берилію надають кумулятивний вплив на організми. Берилій викликає загибель риб і ряду інших водних організмів, перешкоджає самоочищення водойм і розмноженню мікрофлори.

Хром, що міститься в стічних водах є канцерогеном. Солі хрому надають різноманітну шкідливий вплив на організм людини. Споживання їх з питною водою призводить до ураження внутрішніх органів.

Купання у воді, забрудненої солями хрому, викликає ураження слизової

оболонки очей, дерматити та екземи. Хром негативно впливає і на флору і фауну водойм, гальмує самоочищення води, накопичується в тканинах риби і надає на них токсичну дію. До забруднення ґрунтів та водойм авіапідприємствами призводить також поверхневий стік дощових і талих вод, вологи при мокрій прибирання і т.п. В поверхневому стоці аеропортів акумулюються різні забруднюючі речовини: залишки миючих і дезінфікуючих реагентів, продукти руйнування штучних покриттів і інші мінеральні суспензії, нафтопродукти, розчинені органічні домішки і азотовмісні речовини [43, 45].

Найбільше забруднення поверхневого стоку відбувається на території авіаційно-технічних баз, мийок, перонів, привокзальної площі, служб пально-мастильних матеріалів і т.п.

Значне забруднення ґрунтів і водойм відбувається також внаслідок осадження і вимивання опадами шкідливих речовин, що містяться в повітрі, які надходять в атмосферу при роботі двигунів повітряних суден і наземного транспорту, авіаційно-технічної бази, топків котельних і т.п.

Загальна кількість токсичних речовин, що надходили протягом року в ґрунт в околицях аеропортів України, становило на початку ХХІ століття приблизно 20 тис. т, в тому числі: близько 13 тис. т вуглеводнів і 0,1 тис. т важких металів [46].

Серед останніх найбільш поширених і токсичних є свинець. Свинець надходить в атмосферу, а потім осідає на земній поверхні і при спалюванні інших видів палива. Середня концентрація свинцю в ґрунтах, незабруднених в результаті антропогенних процесів, становить близько 16 мг/кг (фоновий рівень).

У верхніх шарах ґрунту в районі аеропортів концентрація свинцю досягає по різних оцінках 60-550 мг/кг. Багато в чому ступінь забруднення ґрунтів свинцем залежить від класності аеропорту і рози вітрів.

До забруднення і нераціонального використання земельних ресурсів призводить також накопичення аеропортами в великих кількостях різних твердих і рідких відходів виробництва і споживання, застарілої і списаної авіа- і автотехніки і т.п.

Наприклад, в аеропортах України загальна кількість твердих відходів, які

накопичуються за рік становило на початку ХХІ століття близько 125 тис. т, в тому числі: 43 тис. т виробничих відходів, 80 тис. т побутових відходів і 2 тис. т. В аеропортах відходами зайняті значні території. Так, площа земель, що відводяться під тверді відходи в аеропортах України, становила в той же період близько 122 тис. м² [47].

При цьому було знешкоджено лише близько 10% із загальної кількості токсичних відходів. Для відходів, небезпечних в санітарному і пожежному сенсі, які повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях, було виділено лише 3% від загальної площі звалищ. Все це явно недостатньо для забезпечення Екологічної безпеки районів аеропортів.

Поряд із земельними ресурсами аеропортів в великій кількості використовуються і водні ресурси для задоволення технічних, господарсько-побутових та інших потреб. Так, аеропорти України на початку ХХІ століття щорічно споживали близько 37 млн. м³ води. При цьому обсяг зворотному і повторно використовуваної на технічні потреби води становив всього 6% від загального споживання [48].

Значна частина виробничих і господарсько-побутових стічних вод скидається в поверхневі водні об'єкти. При цьому оснащеність системами очищення забруднених стічних вод становила всього лише близько 20% від нормативної потреби.

В результаті разом зі стічними водами в поверхневі водойми щорічно надходить приблизно 2000 т різних шкідливих речовин (нафтопродукти, етиленгліколь, поверхнево-активні речовини, важкі метали та інші токсичні домішки).

Скорочення обсягів водоспоживання шляхом розвитку систем оборотного водопостачання і повторного використання води для технічних цілей, впровадження систем очищення стічних вод в аеропортах дозволить істотно зменшити забруднення навколишнього середовища і нераціональне використання водних ресурсів.

Значний внесок у поліпшення екологічної обстановки в районі аеропортів може внести організація відводу, скидання і знешкодження поверхневого стоку з забруднених ділянок аеропортів (дощових, талих і технічних вод) [48].

2.3. Нормування і оцінка екологічного стану ґрунтів, забруднених нафтопродуктами

В даний час у вітчизняній і світовій науці і практиці створений значний доробок з питань нормування хімічного забруднення ґрунтів. Однак багато завдань як і раніше не вирішені. Наприклад, для нафти, бензину, дизельного палива, моторного масла і ін. нафтопродуктів (НП) не встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК), екологічно безпечні норми їх вмісту як регіональні, так і локальні з урахуванням місцевих еколого-геохімічних особливостей території. Відсутність ГДК, науково-обґрунтованих і затверджених нормативів ускладнює планування і проведення рекультиваційних робіт, ускладнює розрахунок шкоди, що завдається забрудненням ґрунтів нафтою і НП.

Пильна увага до проблем контролю за станом і рівнем забруднення природного середовища у більшості країн світу спостерігається з 1972 р. (Стокгольмська конференція). На цей час основним екологічним нормативом забруднення ґрунтів в Україні є гранично допустима концентрація (ГДК), тобто максимальна концентрація забруднювальної ґрунт речовини, що не спричинює негативного прямого або непрямого впливу на природне середовище і здоров'я людини [28]. Принцип контролю забруднення ґрунтів – перевірка відповідності концентрацій забруднювальних речовин установленим нормам і вимогам у вигляді ГДК або ОДК, яку одержують за допомогою розрахунків і переглядають кожні 3 роки чи замінюють на ГДК після отримання необхідних додаткових даних.

Під час контролю забруднення ґрунтів усі хімічні речовини відповідно до ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень» за ступенем небезпеки поділяють на три класи [29]:

- 1 клас – високо небезпечні;
- 2 клас – помірно небезпечні;
- 3 клас – мало небезпечні.

Важкі метали, ароматичні вуглеводні нафтопродукти належать до першого класу шкідливості. Сучасну систему контролю забруднення ґрунтів на основі

гігієнічної регламентації (ГДК) не можна визнати досконалою. Виникають певні труднощі в об'єктивній оцінці забруднення ґрунту комплексом токсичних або інших речовин, для яких на цей час не розроблено нормативи ГДК. Такі забруднювачі ґрунту відіграють значну роль у забрудненні біосфери, характеризуються високою стабільністю, різними параметрами рухливості та розчинності. Тому головне значення має не валова кількість хімічних речовин у ґрунті (наприклад, важких металів), а фізичний та хімічний стан, у якому вони перебувають у цьому середовищі. ГДК хімічної речовини в ґрунті – це комплексний показник нешкідливого для людини вмісту хімічних речовин у ґрунті, оскільки використовувані для її обґрунтування критерії відображають можливі шляхи впливу забруднювальних речовин на контактуючі середовища, біологічну активність ґрунту і процеси його самоочищення.

Обґрунтування ГДК хімічних речовин у ґрунті базується на 4 основних показниках шкідливості, установлених експериментально:

- транслокаційний показник характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту через кореневу систему в рослини і накопичуватися в зеленій масі та плодах у кількості, що не перевищує ГДК цієї речовини в харчових продуктах;

- міграційний водний показник характеризує здатність речовини мігрувати в підземні води та водні джерела;

- міграційний повітряний показник характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту в атмосферне повітря в такій кількості, що під час міграції цієї забруднювальної речовини не перевищується значення її ГДК атмосферного повітря;

- загально-санітарний показник характеризує вплив речовини на здатність ґрунту до самоочищення, а також на ґрунтовий мікробіоценоз у кількостях, що не змінюють природні процеси.

Найменше значення із цих показників є обмежувальним і його приймають за ГДК забруднювальної речовини [30]. Метою дослідження було порівняти

нормативні показники вмісту важких металів та їхні кількісні характеристики в Україні та країнах ЄС.

У ряді випадків в якості контролю орієнтуються на фонові значення. Для кожного району існує свій регіональний фон змісту вуглеводнів НП в ґрунтах. Серед сучасних нормативних документів можна назвати ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості», ДСТУ ISO 11269-1:2004 «Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів» (ISO 11269-1:1993, IDT), ДСТУ ISO 11269-2:2002 «Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин» (ISO 11269-2:1995, IDT), ДСТУ ISO 22030:2007 «Якість ґрунту. Біологічні методи. Хронічна токсичність для вищих» (ISO 22030:2005, IDT) та інші.

Основні роботи щодо встановлення нормативів якості ґрунту у світі очолюють ФАО і ВОЗ. У 1946 р. було створено Міжнародну організацію із стандартизації (ISO). Лише останні 40 років нормуванню забруднювальних речовин у ґрунтах стали приділяти певну увагу, оскільки ґрунти є багатокомпонентною системою. Так, у 1985 р. був створений Технічний комітет ISO/TC 190 «Якість ґрунту», секретаріат якого розташований у Нідерландах. У підкомітетах цього технічного комітету створено понад 30 робочих груп, очолюваних фахівцями Австралії, Австрії, Великобританії, Канади, Нідерландів, Швеції тощо, які розробляють стандарти стосовно конкретних проблем. Ці робочі групи співпрацюють з багатьма міжнародними організаціями (наприклад, ВОЗ).

Європейське агентство з навколишнього середовища (ЕАН) збирає дані щодо забруднення ґрунтів і необхідний ступінь їх очищення. Хоча розподіл джерел забруднення ґрунту за секторами економіки в різних країнах різний, через промислову діяльність виникають більше ніж 60% забруднених ґрунтів у Європі (на нафтовий сектор припадає 14% від загальної суми). Серед найбільш поширених шкідливих забруднювальних речовин важкі метали (35%) і мінеральні масла (24%). За оцінками ЕАН, за 200 років індустріалізації в країнах ЄС приблизно на 250 тис.

ділянок землі містяться забруднені ґрунти, які потребують подальшого відновлення [37].

Небезпечним забруднення є тоді, коли воно перевищує границю потенціалу самоочищення. Встановлено, що при рівні вмісту нафтопродуктів в ґрунті до 100 мг/кг в ньому ще немає ознак Екологічної шкоди, від 400 мг/кг – проявляється фітотоксична дія нафто забруднення, від 2000 мг/кг – пригнічується мікробіоценоз, від 20000 мг/кг – починається повна деградація ґрунту [34].

Враховуючи фізико-географічні умови України (клімат, типи і склад ґрунту, рослинність та ін.), а також характер землекористування, що впливає на процеси самоочищення у разі забруднення нафтопродуктами, Соловйов В. І. [35] пропонує виокремити такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами (табл.1) (з урахуванням кларку):

Таблиця 2.1

Ступені градації забруднення ґрунтів нафтою

Ступені забруднення ґрунтів	Концентрації нафтопродуктів (г/кг)
Незабруднені	до 1,5
Слабко забруднені	від 1,5 до 5,0
Середньо забруднені	від 5,0 до 13,0
Сильно забруднені	від 13,0 до 25,0
Дуже сильно забруднені	більше 25,0

Згідно з іншою класифікацією, яка базується на дослідженнях консорціуму мікроорганізмів нафто забруднених ґрунтів, виділяють три якісно відмінні рівні забруднення [31;32]:

1. Низький (зона гомеостазу) із вмістом нафтопродуктів до 0,7 мг/кг (від 0,06 до 4,3 %); цей рівень забруднення характеризують незначні кількісні зміни мікробіологічних показників, котрі найчастіше несуттєво відрізняються від контрольних показників.

2. Високий (зона резистентності) – від 50 до 300 мг/кг (від 4,3 % до 25,5 %); у цьому разі спостерігається зміна домінантних форм.

3. Дуже високий (зона репресії) – більше 300 мг/кг (більше 25,5 %); для цього рівня властиве майже повне пригнічення розвитку мікроорганізмів у ґрунті та інгібування мікробіологічних процесів [33].

Результати відповідного дослідження свідчать, що слабке забруднення може бути ліквідоване у процесі самоочищення ґрунту протягом 2–3 років, середнє – протягом 4–5 років [36].

Згідно з ДСТУ 41-00032626-00-023-2000 – "Охорона довкілля. Рекультивація земель під час спорудження нафтових і газових свердловин" та СОУ 73.1-41-10.01:2004 "Охорона довкілля. Оцінка забруднення ґрунтів та визначення втрат сільськогосподарського виробництва внаслідок погіршення якості земельних ділянок під час спорудження нафтових і газових свердловин", орієнтовно-допустима концентрація (ОДК) нафтопродуктів у ґрунті становить 4000 мг/кг [35; 36].

Цікавим є зарубіжний досвід. В огляді Р. Елліса та Р. С. Адама по відновленню забруднених НП ґрунтів робиться висновок про те, що безпечні межі концентрацій нафти і НП в ґрунтах істотно розрізняються в залежності від кліматичних показників і типів ґрунтів. В середньому безпечний рівень вмісту нафти в ґрунті - до 1 000 мг/кг, початок серйозного збитку - близько 2 500 мг/кг ґрунту.

Встановлення безпечних меж вмісту нафти в ґрунтах, в різних країнах істотно розрізняються в залежності від кліматичних і ґрунтових особливостей районів дослідження, і коливаються від 5 000 до 75 000 мг/кг. У Нідерландах передбачено проведення заходів з очищення ґрунтів і ґрунтів від НП при високому рівні забруднення (з 5 000 мг/кг сухого ґрунту, що містить близько 10% гумусу). Підвищений забруднення (від 1 000 до 5 000 мг/кг) вимагає усунення причини забруднення та спостереження за динамікою самовідновлення. При утриманні нафти понад 5 000 - 10 000 мг/кг потрібні певні заходи з рекультивації та санації ґрунтів, проте вважається, що протягом року вміст НП знизиться до безпечного рівня.

При рівні забруднення понад 10 000 мг/кг потрібно вибір оптимального способу рекультивації та санації. У Німеччині та країнах Західної Європи зміст в 2 000 мг/кг вважається малим забрудненням.

Відносно високий рівень допустимих концентрацій нафти в Нідерландах і Німеччині обумовлений атлантичним кліматом Західної Європи, досить тривалим вегетаційним періодом і активним протіканням процесів мікробіологічної та хімічної деструкції НП.

Існують норми загального вмісту нафтових вуглеводнів складу C₁₀-C₄₀ для Західної Європи, розраховані за величиною потенційного екотоксикологічного ризику. Вони складають 5 000 мг/кг сухої ваги для ґрунтів або 0,5%.

Однак для встановлення екологічно безпечного вмісту нафти і НП в ґрунті встановлення нижнього допустимого рівня концентрації недостатньо. Дуже важливо визначити для ґрунту так званий верхній допустимий рівень, або межа потенціалу самоочищення ґрунтів. В інтервалі нижнього і верхнього допустимих рівнів забруднення ґрунтів нафтою і НП негативні процеси можуть бути сильно виражені, але не призводять до незворотних змін в ґрунті і навколишнього середовищі.

Очевидно, що спеціальні заходи щодо санації і відновлення потрібні при утриманні нафти і НП вище верхнього допустимого рівня їх змісту в ґрунті, які необхідно проводити з урахуванням типу ґрунтів і регіональних біокліматичних особливостей. При цьому слід виявити найбільш інформативні критерії, за якими можна було б судити про ступінь порушення ґрунтових біоценозів при забрудненнях. Практично всі компоненти біоценозів реагують на нафтове забруднення і можуть бути використані в якості індикаційних показників для діагностування допустимого рівня вмісту нафти і НП. З точки зору ґрунтознавців зі всієї великої кількості живих організмів найбільш важливими є дві великі групи: мікроорганізми і вищі рослини.

Проведений аналіз ґрунтів і ґрунтового покриву Київської області дозволяє вибрати наступні основні типи ґрунтів, що переважають в регіоні, за якими повинні бути диференційовані нормативні показники НП:

- органомінеральні ґрунти підзолистого типу (підзолисті, дерновопідзолисті) легкого гранулометричного складу (піски, супіски) і важкого гранулометричного складу (глини, суглинки);
- органогенні торф'яно-болотні ґрунти (торф'яні оліготрофні).

Подальші підрозділи мають бути проведені в залежності від типу використання земель: землі лісогосподарського використання; землі водогосподарського використання; сільськогосподарські землі.

Максимальної «жорсткістю» характеризуються нормативи для ґрунтів водоохоронних зон (750 мг / кг), мінімальної - нормативи для земель промислового використання (30 000 мг / кг).

З урахуванням відсутності нормативів для оцінки ступеня забруднення ґрунтів альтернативою використанню санітарно-гігієнічних показників стало введення інтегральним цих показників.

На сьогодні для характеристики рівня забрудненості ґрунту нафтою та нафтопродуктами виділено шість найбільш чутливих та інформативних властивостей його біологічної активності (активність каталази, ферриредуктази, уреази, інвертази, швидкість розкладання сечовини і целюлозолітичних активність).

2.5. Висновки до розділу

Таким чином, гранично допустимі концентрації нафти, нафтопродуктів в ґрунті не встановлені, екологічно безпечні норми їх вмісту в ґрунті не розроблені. Орієнтовно допустимі концентрації нафти і нафтопродуктів в ґрунтах носять загальний характер.

В даний час використання інтегральних показників для оцінки якості довкілля знаходить все більше застосування. За допомогою інтегральних показників можна не тільки оцінювати стан ґрунтів при їх забрудненні вуглеводнями нафтопродуктів, але і визначати інформативні діагностичні показники для ґрунтів, екологічно небезпечні концентрації нафтопродуктів.

Встановлення безпечних меж вмісту нафти в ґрунтах, в різних країнах істотно розрізняються в залежності від кліматичних і ґрунтових особливостей районів дослідження, і коливаються від 5 000 до 75 000 мг/кг.

Серед найбільш поширених шкідливих забруднювальних речовин важкі метали (35%) і мінеральні масла (24%). За оцінками ЕАН, за 200 років

індустріалізації в країнах ЄС приблизно на 250 тис. ділянок землі містяться забруднені ґрунти, які потребують подальшого відновлення. Такі забруднювачі ґрунту відіграють значну роль у забрудненні біосфери, характеризуються високою стабільністю, різними параметрами рухливості та розчинності. Тому головне значення має не валова кількість хімічних речовин у ґрунті (наприклад, важких металів), а фізичний та хімічний стан, у якому вони перебувають у цьому середовищі.

РОЗДІЛ 3.

МІГРАЦІЯ ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

3.1. Форми знаходження, поведінка нафтопродуктів в ґрунтах

У ґрунтах нафтопродукти (НП) знаходяться в наступних формах:

- в пористій середовищі - в пароподібному і рідкому легкоподвіжних стані, у вільній або розчиненої водної або водно-емульсійної фазі;
- в пористій середовищі і тріщинах - у вільному нерухомому стані, граючи роль в'язкого або твердого цементу між частинками і агрегатами ґрунту, в сорбированная стані на частинках гірської породи або ґрунту, в тому числі - гумусової складової ґрунтів (рисунок 1.1);
- в поверхневому шарі ґрунту або ґрунту у вигляді щільної органоминеральної маси [17].



Рис. 3.1. Схема частки глини з приєдналися до неї частинками органічної речовини ґрунту і плівкою води

Якісні та кількісні зміни, механізми перерозподілу органічних речовин нафтового походження в ґрунті не вивчені ні для одної речовини, але встановлено, що в процесі перетворення органічних речовин в ґрунті велику роль відіграють три групи факторів: параметри забруднення, властивості ґрунту і характеристика зовнішнього середовища. Головний абіотичний фактор трансформації - ультрафіолетове випромінювання [17].

Найкраще вивчена поведінка в ґрунті найбільш токсичних забруднювачів, таких як ксенобіотики або пестициди, а також хлораніліни, феноли та ін.

Поведінка НП в ґрунті аналогічно поведінці пестицидів (рис. 3.2) [19].



Рис. 3.2. Схема поведінки пестицидів у навколишньому середовищі

Частина, що залишилася в ґрунті нафту і НП піддаються природної

трансформації, основний механізм якої - біорозпад. Воно протікає в аеробних умовах, і першою сходинкою процесу є реакції окислення.

Продуктами природної трансформації біорозкладу нафти і НП є:

- спирти, ефіри, альдегіди, кетони, карбонові кислоти і ін .;
- тверді нерозчинні продукти, що утворилися в результаті ущільнення високомолекулярних продуктів або зв'язування їх в органо-комплекси;
- тверді кірочки високомінеральних компонентів нафти на поверхні ґрунту.

Легкі органічні сполуки мігрують через пористе середовище під впливом капілярних і гравітаційних сил як окремі фази. Тиск джерела забруднення дозволяє легким органічним сполукам долати капілярні сили і витіснити повітря та/або воду з пор середовища. У разі видалення джерела розливу для легких органічних сполук характерна переривчаста міграція, і вони потрапляють в згустки, оточені водою. При цьому вода і забруднення знаходяться по ґрунтовому профілю тільки в локальних зонах, де перешкоди руху рідин найменші.

Забруднення сполуками, щільність яких менше щільності води (нафта, НП, деякі ароматичні сполуки), при ускладнений рух в вертикальному напрямку формують плаваючий шар на поверхні водного дзеркала і поверхні зони, насиченою водою.

Забруднення сполуками, щільність яких більше щільності води, (хлорорганічні сполуки, полиароматичні вуглеводні) проходять вниз через водоносний шар і скупчуються під водною фазою або над погано проникними ґрунтовими шарами, формуючи глибокий шар забруднення. При вертикальному проникненні даних вуглеводнів можливе забруднення глибинних горизонтів підґрунтя і ґрунтових вод.

Таким чином, форми знаходження вуглеводнів нафтопродуктів і їх міграція в ґрунтовому покриві різноманітні. Головним абіотичним фактором при природній трансформації вуглеводнів нафтопродуктів є ультрафіолетове випромінювання, а основним механізмом - біорозпад.

3.2. Вплив температури

Температура є одним із основних чинників зовнішнього середовища, який безпосередньо впливає на процеси міграції і трансформації нафти в ґрунті. Залежно від температури різко змінюється питома густина нафти. Навіть за однакової температури густина різних типів нафти може відрізнятися залежно від кількості твердих метанових вуглеводнів (парафінів) і смолисто-асфальтенових речовин у її складі. Фізичне випаровування легких вуглеводнів у відсотках до ваги внесеної нафти в першу чергу залежить від температури навколишнього середовища та гранулометричного складу.

Із підвищенням температури та вмісту фізичної глини в ґрунті зростає кількість випаруваної нафти, яка складає 6-85 % від внесеної. Виявлено залежність між кількістю внесеної нафти і відсотком випаруваної. Зі збільшенням рівня забруднення зменшується кількість випаруваних вуглеводнів незалежно від гранулометричного складу та температури.

Найбільше це проявляється на важкосуглинковому ґрунті і значно менше на легкосуглинковому та піску. За середньомісячної температури $2,5^{\circ}\text{C}$ випаровування на варіанті з забрудненням важкосуглинкового ґрунту в дозі 5 л/м^2 становило 20%, тоді як при температурі $14,1^{\circ}\text{C}$ - 39%, а при $18,7^{\circ}\text{C}$ - 85% відповідно. При забрудненні піску в цій же дозі при $2,5^{\circ}\text{C}$ випаровування складало 14%, з підвищенням температури до $18,7^{\circ}\text{C}$ - 31%.

3.3. Вплив фізичних показників ґрунту

Одними з головних чинників, що впливають на всі можливі процеси трансформації й акумуляції нафти та нафтопродуктів в ґрунті є його фізичні показники (пористість, щільність, поглинальна здатність, вологість, мікроагрегатний склад), які здатні впливати на перебіг процесів, що складають фізичне випаровування, міграцію, біодеградацію та ін.

Вологість має важливе значення у накопиченні нафти в ґрунті. При зменшенні вологості ґрунту вміст нафти та нафтопродуктів в ньому із посиленням забруднення збільшується. За вологості ґрунту 75% від НВ з підвищенням забруднення від 10 до 30% від ваги ґрунту вміст нафти практично не змінювався і знаходився в межах 7,5-8% від внесеної. При 10% рівні забруднення і вологості 25% від НВ вміст нафти в ґрунті становить 10%, що еквівалентно 30% рівню забруднення при вологості 50% від НВ. Найбільший вміст нафти у досліджуваному ґрунті був на варіанті з максимальним забрудненням (30%) при мінімальній вологості 25% від НВ і становив 14,4%. Це явище можна пояснити саме тим, що нафта та нафтопродукти також як і вода – рідина й тому, чим менша вологість ґрунту, тим більше буде адсорбуватись нафти в ґрунтових порах. Цим самим ґрунт виконує захисну, бар'єрну функцію і виступає в ролі адсорбенту, перешкоджаючи потраплянню вуглеводнів нафти до ґрунтових вод.

3.4. Тимчасова і просторова динаміка акумуляції та міграції нафтопродуктів

Тимчасова і просторова динаміка акумуляції та міграції нафтопродуктів (НП) визначається як їх хімічним складом, так і фізико-хімічними особливостями самих ґрунтів.

Легкі фракції НП мають найбільшу проникаючу здатність і здатність до випаровування; затягуються капілярними силами на глибину до 1,0 м. Важкі фракції НП проникають не глибше 12 см. При нормальній температурі це тверді аморфні речовини, які сорбуються з розчину ґрунтовими частинками верхнього шару. Вони склеюються, застигають і утворюють тверду кірку, яка не може бути ліквідована природним шляхом [38].

Процеси акумуляції та міграції НП пов'язані також з проникністю ґрунту, його гранулометричним і речовим складами, типами ґрунтів і міського ландшафту, положенням дзеркала ґрунтових вод, водним режимом ґрунтів і абиотическими факторами середовища [38].

Чим більше частинки ґрунту, тим легше нафту і НП проходять в її нижні шари. Від структури ґрунту залежить і ступінь аерації ґрунту, а, отже, інтенсивність випаровування, окислення нафти і НП. Вологий ґрунт відштовхує гідрофобні нафту і НП, перешкоджаючи їх вбирання [38].

Наприклад, в селітебному ландшафті середній вміст НП в суглинному урбаноземі становить 251 мг/кг, в піщаному - 149 мг/кг, в торф'яному - 104 мг/кг.

Акумулятивна здатність суглинків обумовлена вмістом фізичної глини (часток менш 0,01 мм) з високими гідрофільними властивостями.

Піски відносяться до відкладів легкого гранулометричного складу, які мають досить високу ефективну пористість. Такі відкладення сприяють міграції нафти і НП в вертикальному профілі ґрунтів.

Торф має гарну сорбційною здатністю до НП і сприяє їх утриманню, про що свідчить велике поширення сорбентів, виготовлених на його основі і використовуваних для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і НП.

Знижений вміст НП в торфі, в порівнянні з глинистими ґрунтами, пояснюється тим, що торф, сорбуючи НП, утримує їх досить міцно, тому екстракція гексаном утруднена. Крім того можлива трансформація НП в речовини, що не екстрагуються гексаном.

Середній вміст вуглеводнів НП в різних типах ґрунтів відрізняється. Так, в ґрунтах сільбищно ландшафту вміст НП знижується в ряду: реплантоземи (230 мг / кг) → урбаноземи (169 мг / кг) → культуроземи (74 мг / кг). У той же час в ґрунтах промислового ландшафту вміст НП в цілому значно нижче і спостерігається зворотна залежність. У реплантоземах середній вміст НП нижче, ніж в урбаноземі і становить - 15 мг / кг і 72 мг / кг.

Підвищена ступінь забрудненості реплантоземів сільського ландшафту, в складу яких входить пісок і торф, на відміну від гумусових ґрунтів урбанізованого середовища - культуроземів і урбаноземі, пояснюється пригніченістю мікробіологічних процесів в деструкції нафтових вуглеводнів через несформованого агрохімічного комплексу. Сприятливий водно-повітряний режим культуроземів і урбаноземів сприяє розвитку мікроорганізмів, для яких нафтових вуглеводнів є

поживним субстратом, що і зменшує вміст НП в ґрунті.

Найбільшою здатністю акумулювати НП мають реплантоземи - ґрунтово-технічні освіти на свіжих газонах і у дворах новобудов, які створені шляхом змішування торфу з піском при облаштуванні території, і наповнені будівельним сміттям [39].

Для Екологічної оцінки забруднення ґрунтів важливо дослідження не тільки акумуляції НП, а й міграції їх по ґрунтовому профілю.

Накопичення НП в верхніх горизонтах ґрунтів обумовлено безпосереднім надходженням їх від витоків паливно-мастильних матеріалів, твердих частинок і зливових вод з асфальту, що містять вуглеводні НП, з замасленої пилом з рослинності і з її опадом; при аеротехногенного надходження вуглеводнів НП від викидів автотранспорту і зв'язуванні їх з гумусовими речовинами ґрунтів. Акумулювання НП в нижніх горизонтах обумовлено міграцією вуглеводнів НП вниз по ґрунтовому профілю в результаті промивного водного режиму ґрунтів.

Найбільший вміст НП в міських ґрунтах відзначено навесні і восени, а мінімальне - влітку. Наприклад, середньозважене зміст НП в ґрунтах сельбищно ландшафту навесні коливається від 28 до 195 мг / кг, восени - від 12 до 200 мг / кг, влітку – від 4,0 до 124 мг / кг, складаючи в середньому 85, 76, 68 мг / кг, відповідно. Це обумовлено тим, що навесні НП, які накопичилися за зиму в сніговому покриві, разом з талими водами потрапляють в ґрунт.

Крім того, взимку ґрунт промерзає, і НП, що потрапили в ґрунт восени, за короткий час не трансформуються в результаті абіотичного перетворення до алканів і етиленових вуглеводнів, які в подальшому піддаються біодеградації. В літній час відбувається основна частина процесів розкладання нафти і НП: легкі фракції випаровуються, важкі окислюються [40]. У літній період внаслідок високих температур атмосферного повітря відбувається випаровування легких фракцій НП, якими забруднені аналізовані ґрунту. До осені відбувається незначне збільшення вмісту вуглеводнів НП в ґрунті в результаті збільшення потоку автотранспорту і зносу асфальту влітку. В цілому, акумулятивна здатність нафтопродуктів знижується в ряду ґрунтів ландшафтів (рис. 3.3.).



Рис. 3.3. Схема акумулятивної здатності нафтопродуктів в ґрунтах

Тобто ґрунти важкого гранулометричного складу сильніше утримують нафтопродукти в шарах горизонтів ґрунтів і перешкоджають їх вимивання.

Вуглеводні нафтопродуктів за профілем ґрунтів міста розподіляються нерівномірно, акумулюючи як у верхніх, так і в нижніх горизонтах, що обумовлено їх гранулометричним, речовим складами і перешарованими в результаті штучного формування. У весняний та осінній період спостерігається найбільший вміст вуглеводнів нафтопродуктів в ґрунтах.

3.5. Вертикальна міграція нафтопродуктів у поверхневих шарах ґрунту

Проблеми техногенної безпеки при видобутку, зберіганні та транспортуванні нафти і нафтопродуктів привертали і привертають увагу вчених різних країн через свою актуальність.

В даний час нафта і нафтопродукти є найбільш затребуваним і поширеним джерелом палива у світі, в той же час це небезпечні забруднювачі. Втрати при транспортуванні нафти, її переробці та зберіганні становлять 5 % від загального видобутку. Аварійні розливи нафтових вуглеводнів перетворюють ґрунт у техногенні пустелі [38].

Високі фільтраційні властивості деяких ґрунтів і мала в'язкість нафтопродукту (газовий конденсат, дизпаливо) дозволяють їм швидко проникати профілем ґрунту на значну глибину.

Інфільтрація нафти і нафтопродуктів під багатьма нафтосховищами, складами та підприємствами призводить до утворення гігантських нафтових «лінз».

Нафтопродукти прекрасно вбираються ґрунтом. Практично під будь-яким об'єктом, пов'язаним з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням та реалізацією нафти і нафтопродуктів, утворюється зона забруднення ґрунтів і підземних вод різноманітними вуглеводнями нафтового ряду [39].

При нафтовому забрудненні, в першу чергу, змінюються морфологічні властивості ґрунтів. Для забруднених ґрунтів характерний темніший колір в порівнянні з незабрудненими аналогами, велика щільність, наявність маслянистих і веселкових плівок по гранях структурних елементів в ілювіальному горизонті, поява стовбурної структури в нижній частині профілю ґрунтів [39]. В умовах тундрових ґрунтів компоненти нафти зберігаються десятками років на поверхні, а їх проникнення відбувається на велику глибину в сухих ґрунтах.

Сірі лісові ґрунти, насичені нафтопродуктами, втрачають здатність вбирати і утримувати вологу, для них характерні нижчі значення вологості всіх категорій, водопроникності, вологоємкості в органогенних горизонтах в порівнянні з фоновими аналогами [28].

На ділянках, забруднених сировою нафтою, зменшується всмоктування і рух води ґрунтовими капілярами. Гідрофобний підґрунтовий шар з суміші сирової нафти і ґрунту знижує капілярну вологоємкість, але збільшує здатність до накопичення води у верхніх шарах.

При нафтовому забрудненні взаємодіють три екологічних фактори: складність, унікальна полікомпонентність складу нафти, що знаходиться в стані постійної зміни; складність, гетерогенність складу і структури будь-якої екосистеми, що перебуває в процесі постійного розвитку і зміни; різноманітність і мінливість зовнішніх чинників, під впливом яких знаходиться екосистема: температура, тиск, вологість, стан атмосфери, гідросфери тощо. Виходячи з цього, оцінювати наслідки нафтового забруднення необхідно з урахуванням конкретного поєднання цих трьох груп факторів [40].

Вуглеводневе забруднення ґрунтів характеризується якісною і кількісною динамікою, відображенням якої є вертикальна міграція вуглеводнів по ґрунтовому профілю і певна їх деградація. Забруднення ґрунтів нафтою, в основному,

відбувається у верхніх горизонтах.

Вертикальне просування нафтопродуктів вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект, що призводить до їх диференціації: в гумусо-аккумулятивних горизонтах сорбуються високомолекулярні компоненти, що містять смолисто-асфальтенові та циклічні сполуки; легкі вуглеводні проникають в нижні мінеральні горизонти, де в анаеробній атмосфері вони можуть зберігатися тривалий час [40].

Вертикальна міграція нафтових вуглеводнів залежить від трьох основних факторів: властивостей забруднюючої речовини, умов середовища і властивостей ґрунту. Визначальне значення серед властивостей ґрунту мають вологість, щільність і гранулометричний склад.

Ступінь забруднення ґрунту визначається його нафтонасиченістю, яка залежить від нафтоємності ґрунту. Найвищу нафтоємність мають торф'яні ґрунти та легкий суглинок, найнижчу – глинистий та піщаний ґрунти. [5].

У верхніх горизонтах ґрунтів відбувається в основному просочування (проникаюча фільтрація) легких фракцій нафтопродуктів, які насичують поровий простір зони аерації.

Одночасно з фільтрацією в зоні аерації діють такі процеси як випаровування і окислення компонентів нафтозабруднення, а також сорбція вуглеводнів органічною і мінеральною матрицею ґрунту. Найбільш інтенсивно накопичення нафтозабруднень відбувається на геохімічних бар'єрах, в ролі яких виступають гумусовий шар ґрунту, пилюваті і глинисті фракції мінеральної матриці ґрунтів [1, 4].

У ґрунт нафта і нафтопродукти проникають, в основному, під дією сил тяжіння і поверхнево-активних явищ. Їх міграція залежить від будови підґрунтового шару, гідрологічних умов, складу і властивостей нафтопродуктів. До останніх, в першу чергу, належить густина, в'язкість, змочувальна спроможність.

В'язкість забруднюючої речовини, щільність і гранулометричний склад ґрунту визначають швидкість просування нафти, а внаслідок цього – і співвідношення процесів випаровування та радіальної міграції, ймовірність латеральної міграції, можливість застосування технічних засобів для оперативного видалення вуглеводнів

з поверхні [41].

Резерв часу для локалізації нафтового розливу без істотного збитку навколишньому середовищу, залежно від погодних умов, звичайно не повинен перевищувати 24-72 годин з моменту аварії [42]. А тому зниження рівня ризиків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із виливами нафти і нафтопродуктів на поверхню ґрунту, полягає у виконанні комплексу заходів ефективної системи реагування на надзвичайні ситуації та методів ліквідації цих наслідків.

Вирішення цих завдань вимагає проведення досліджень із вивчення міграційних процесів нафтопродуктів у ґрунтах.

3.6. Кінетика поглинання нафтопродуктів ґрунтами різного типу

Ґрунт, як один із компонентів природного середовища, має здатність акумулювати різні забруднення, що потрапляють до нього. За таких обставин, концентрація нафтопродуктів у ґрунтах, може досягати таких величин, при яких починають відбуватися негативні екологічні зміни.

Забруднений нафтою і нафтопродуктами ґрунт стає токсичним, втрачає родючість. Зниження родючості відбувається через високу фітотоксичність легких фракцій нафти, створення стійкої гідрофобної плівки на поверхні ґрунтових частинок важкими фракціями нафти, зменшення вологоємності, водопроникності та вмісту рухомих форм азоту, фосфору і калію [49, 50].

Особливо чутливими до таких забруднень є лісові біоценози. Деградація лісових фітоценозів відбувається як від прямої дії нафти на підземні органи рослин, так і від непрямого її впливу на ґрунтові умови: збільшення гідрофобності піщаних ґрунтів, посилення анаеробних умов в суглинних і торф'яних ґрунтах.

Негативній дії піддаються всі компоненти фітоценозу, але найбільш чутливим є живий надґрунтовий покрив, особливо мохи і лишайники. Слід відмітити, що не всі фітоценози, забруднені нафтою, приречені на повну загибель. При слабкому забрудненні, ґрунти здатні самоочищатися, фітоценози самовідновлюватись. У живому надґрунтовому покриві найшвидше відновлюються трави.

Досягнення трав'янистою рослинністю початкової великої кількості при слабкому забрудненні відбувається за 3-5 років, при середньому - 5-15 років. Для відновлення на дуже забруднених ділянках чагарничків потрібно десятки і сотні років, нерідко спостерігається повне їх зникнення. Деградаційні зміни деревостану на аварійних розливах зазвичай закінчуються протягом 2-3 років: відбувається усихання дерев, пожовтіння кінчиків хвої і листя. Дерева різних порід виявляють різну стійкість до нафтового забруднення: хвойні менш стійкі, ніж листяні. Досліджено, що при забрудненні 4 % площі лісу гинуть окремі дерева, при 42 % - всі хвойні, а при 60 % - всі породи дерев [51].

До вирішальних факторів міграційної небезпеки вуглеводневого забруднення належить в'язкість забруднюючої речовини, а також вологість, щільність і гранулометричний склад ґрунту. Саме вони визначають швидкість міграції нафти, а внаслідок цього – і співвідношення процесів випаровування та радіальної міграції, ймовірність латеральної міграції, можливість застосування технічних засобів для оперативного видалення вуглеводнів з поверхні ґрунту [50, 52].

При проникненні нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація, окиснювально-відновний потенціал, створюються анаеробні умови. Вертикальна міграція нафти в ґрунтовому профілі створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти: у верхньому гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук; у нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, що мають більш високу розчинність у воді, порівняно з високомолекулярними компонентами [53].

У результаті досліджень визначення залишкового вмісту нафтопродуктів у пробах ґрунту [54], встановлено нерівномірність розподілу нафтопродуктів на території нафтобази і прилеглої до неї місцевості. Аналіз результатів показує, що не у всіх свердловинах із збільшенням глибини проб відбору спостерігається стабільне зменшення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах, що, ймовірно, пов'язане з особливостями пластової структури ґрунту досліджуваної території.

Відомо, що глинистий ґрунт краще утримує нафтопродукти, ніж пісок. Швидкість всмоктування і бічного поширення нафти і нафтопродуктів у ґрунті становить 10-2 -10-5 м/с і знижується зі збільшенням водонасиченості останньої.

У ґрунт нафта і нафтопродукти проникають, в основному, під дією сил тяжіння і поверхнево-активних явищ. Їх міграція залежить від будови підґрунтового шару, гідрологічних умов, складу і властивостей нафтопродуктів. До останніх, в першу чергу, належить густина, в'язкість, змочувальна спроможність [55].

Здатність до сорбції залежить також від поверхневих властивостей ґрунту (породи), насамперед від капілярних сил. Кількість сорбованої речовини визначається структурою та складом ґрунту, його вологістю. Із збільшенням водонасиченості ґрунтів зменшується їх здатність сорбувати вуглеводні.

Встановлено, що гранулометричний склад ґрунту впливає на міграційні процеси нафтопродукту у його поверхневі шари.

Проведені дослідження показали, що темно-сірі опідзолені ґрунти інтенсивно поглинають газовий конденсат. Дуже повільно відбувається підняття газового конденсату у дерновому ґрунті, що пов'язане з великою кількістю міжзернових пустот, та в чорноземі, де відмічено найбільший вміст фізичної глини. Для проникнення газового конденсату в дерновий ґрунт та чорнозем необхідно майже в 4 рази більше часу, ніж у темно-сірий опідзолений ґрунт. Сірий та бурий лісові ґрунти займають проміжне положення стосовно поглинання газового конденсату.

На початкових стадіях найвищу швидкість поглинання газового конденсату має дерновий ґрунт, але надалі ця швидкість суттєво знижується. Швидкість проникнення газового конденсату в глибину ґрунту залежить від його виду та складу.

За ступенем поглинання газового конденсату досліджувані ґрунти можна розмістити в такий ранговий ряд (рис. 3.4.).



Рис. 3.4. Ступінь поглинання газового конденсату ґрунтами

Встановлено, що чим більший вміст мулистій фракції та чим менший вміст піску в фракційному складі ґрунту, тим нижча швидкість міграції нафтопродуктів. Це свідчить про те, що значний вплив на міграцію нафтопродуктів профілем ґрунту має його міжзернова пористість, яка залежить від гранулометричного складу ґрунту.

3.7. Висновки до розділу

Швидкість вертикальної міграції нафтопродуктів також залежить від їх в'язкості, яка визначається їх фракційним складом. Тому швидкість міграції газового конденсату в поверхневому шарі всіх ґрунтів найвища, а олива АМТ-300 має найнижчу швидкість міграції.

Якісні та кількісні зміни, механізми перерозподілу органічних речовин нафтового походження в ґрунті не вивчені ні для одної речовини, але встановлено, що в процесі перетворення органічних речовин в ґрунті велику роль відіграють три групи факторів: параметри забруднення, властивості ґрунту і характеристика зовнішнього середовища. Головний абіотичний фактор трансформації - ультрафіолетове випромінювання [17].

Найкраще вивчена поведінка в ґрунті найбільш токсичних забруднювачів, таких як ксенобіотики або пестициди, а також хлораніліни, феноли та ін.

Ці результати, відповідно, свідчать, що час реагування аварійно-рятувальних

підрозділів на аварійні виливи (щоб запобігти проникненню нафтопродукту в глибинні шари ґрунту) буде залежати від виду нафтопродукту та складу ґрунту.

У ґрунт нафта і нафтопродукти проникають, в основному, під дією сил тяжіння і поверхнево-активних явищ. Їх міграція залежить від будови підґрунтового шару, гідрологічних умов, складу і властивостей нафтопродуктів. До останніх, в першу чергу, належить густина, в'язкість, змочувальна спроможність. В'язкість забруднюючої речовини, щільність і гранулометричний склад ґрунту визначають швидкість просування нафти, а внаслідок цього – і співвідношення процесів випаровування та радіальної міграції, ймовірність латеральної міграції, можливість застосування технічних засобів для оперативного видалення вуглеводнів з поверхні.

РОЗДІЛ 4.

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНOSTІ ҐРУНТІВ НАФТОПРОДУКТАМИ В РЕЗУЛЬТАТІ ДІЯЛЬНОСТІ АЕРОПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ РОСЛИННИХ ТЕСТ-СИСТЕМ

У реальних умовах людина і біота зазнають комплексного впливу великої кількості забруднювачів середовища, у тому числі з вираженою генотоксичною дією. Стан навколишнього природного середовища є однією з найбільш гострих соціально-економічних проблем, прямо або побічно зачіпають інтереси кожної людини. Адже, внаслідок немонофакторного характеру дії стресорів сумарна генотоксична активність середовища (повітря, води, ґрунту) важко прогнозується на підставі мутагенності його окремих компонентів, оскільки окремі речовини, вступаючи у взаємодію одна з одною, спроможні активуватися різноманітними зовнішніми чинниками і їх активність залежить, наприклад, від умов мікроклімату в кожний конкретний момент. Реальні екосистеми зі цієї точки зору майже не досліджені.

Серед найбільш актуальних проблем сучасної екології, крім екологічного моніторингу, виділяють екологічне нормування (гранично допустимих навантажень на людину та біоту), визначення екологічних ризиків (генетичних і соматичних), ландшафтну паспортизацію територій та інш. [1]. Екологічні проблеми за своїми масштабами і значенням належать до ряду глобальних проблем сучасності, які не мають державних кордонів.

Слід відмітити, що як прямий моніторинг за мутаціями у людини, так і хімічний аналіз вмісту мутагенів в об'єктах навколишнього середовища є дуже трудомісткою, високовартісною та складно виконуваною роботою, яка, окрім того, не дає уявлення про ефект комбінованої дії факторів в малих дозах на організм. На сьогодні недостатньо опрацьованою є також методика кількісної оцінки ризиків генотоксичної комбінованої дії стресорів довкілля.

У зв'язку з цим на перший план виступає задача розробки методологічних основ та методичних підходів для кількісної оцінки комбінованого впливу різних

забруднювачів у на екосистеми. Ця проблема є особливо актуальною для сучасних аеропортів та прилеглих до них територій, що піддаються постійному забрудненню, як фізичному, так і хімічному.

Пріоритетним у дослідженні є пошук тест-систем, які надаватимуть змогу оцінювати комбінований вплив забруднювачів довкілля, зокрема нафтопродуктів, на організм людини та біоту.

Встановлено, що у цьому відношенні рослинні тест-системи мають ряд істотних переваг. Простота обліку ефектів та інтерпретації результатів, чутливість і відтворюваність результатів, низька вартість проведення аналізу, еспресність, широта бази даних, можливість пристосування методики для різних умов проведення досліджень (що є особливо актуальним для авіаційних підприємств), робить доцільним їх застосування для оцінки екологічних ризиків при поєднаній дії факторів різної природи.

Рослинні тест-системи широко використовують, як генетичні тест-системи для скринінгу та моніторингу забруднення довкілля, для виявлення і кількісної оцінки впливу факторів з генотоксичною дією і їх застосування рекомендоване Всесвітньою організацією охорони здоров'я [2-3].

З метою оцінки рівня забруднення нафтопродуктами ґрунтів в зоні аеропорту та на території прилеглому до нього, нами було відібрано проби ґрунту за стандартною методикою та проведено дослідження за допомогою біотестування. Було проаналізовано токсичний вплив широкого спектру хімічних речовин, а саме нафтового забруднення на рослинні тест-системи. Було проведено дослід по визначенню рівня забруднення ґрунту нафтопродуктами.

Експериментальні дослідження склалися з декількох. Перший етап – дослідження методом біотестування ґрунтів на території служби паливно-матисельних матеріалів, другий етап – на території, прилеглій до аеропорту.

На першому етапі було проведено біотестування відібраних проб ґрунту за методом вимірювання довжини кореню цибулі ріпчастої (*Allium sera*) .

На початку були відібрані методом конверту проби ґрунту на забрудненій території служби паливно-матисельних матеріалів аеропорту (4 шт) та на чистій

(еталонній) території (8 шт) були просіяні, та відібрані з них великі включення (рис. 4.1). Чистий ґрунт штучно забруднювався бензином, дизелем та авіаційним керосином в різних відсотках забруднення (1%, 5%, 10%, 15%), готували за наступною схемою: у повітряно-сухий дерново-підзолистий чистий ґрунт, просіяний через сито з отворами 1 мм, вносили нафтопродукт (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Характеристика досліджуваних проб

№ проби	Зразок
1	5 м від аеропорту верхній шар
2	5 м від аеропорту нижній шар
3	15 м від аеропорту верхній шар
4	15 м від аеропорту нижній шар
5	Контрольна проба верхній шар
6	Контрольна проба нижній шар
7	1% ТС-1
8	5% ТС-1
9	10% ТС-1
10	20% ТС-1
11	5% Бензин
12	5% Дизельне паливо

З даних проб була виділена водна витяжка.



Рис. 4.1. Проби ґрунту

До ґрунту (20 грам) додавали дистильовану воду (50 мл) та через паперовий фільтр водну витяжку поміщали в центрифугу для відділення включень (рис. 4.2-4.3).

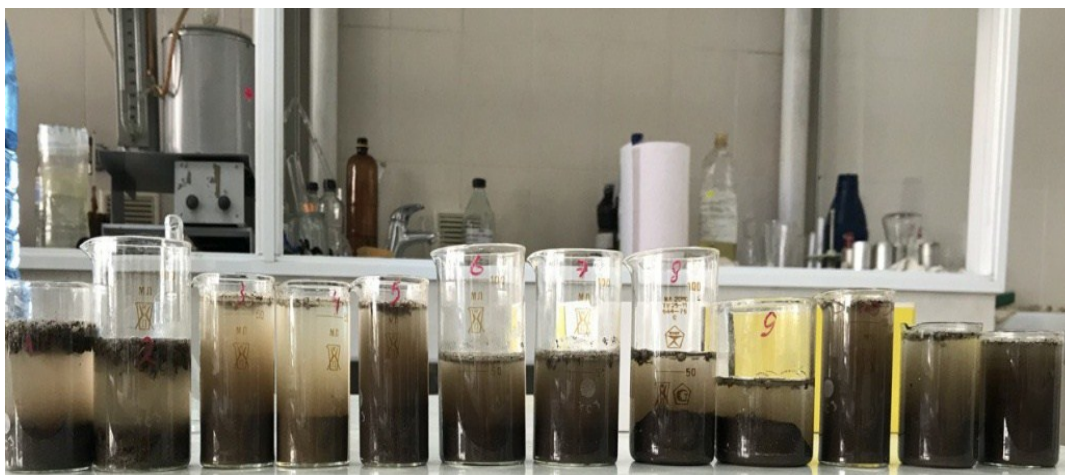


Рис. 4.2. Підготовка проб ґрунту для аналізу

Матеріали та методи: Для визначення забруднення використовували цибулю ріпчасту *Allium* сера. Досліджували проби ґрунту, які були відібрані на забруднених територіях та штучно забруднений ґрунт.

Для штучного забруднення використовували бензин, дизельне паливо та керосин ТС-1. Водна витяжка готувалась за допомогою центрифуги. Для біотестування використовувалась стандартна методика.



Рис. 4.3. Центрифугування проб ґрунту

Відфільтрованою водною витяжкою наповнювали пробірки, в які помістили напівочищену ріпчасту цибулю, так аби кінчик цибуль торкався води (рис. 4.4.).



Рис. 4.4. Початок експерименту

На 4, 8, 11 добу проводились вимірювання довжини коренів цибулі у всіх дванадцяти пробірках (рис. 4.5-4.7).



Рис. 4.5. Досліджування зразки на 4-й день досліджень

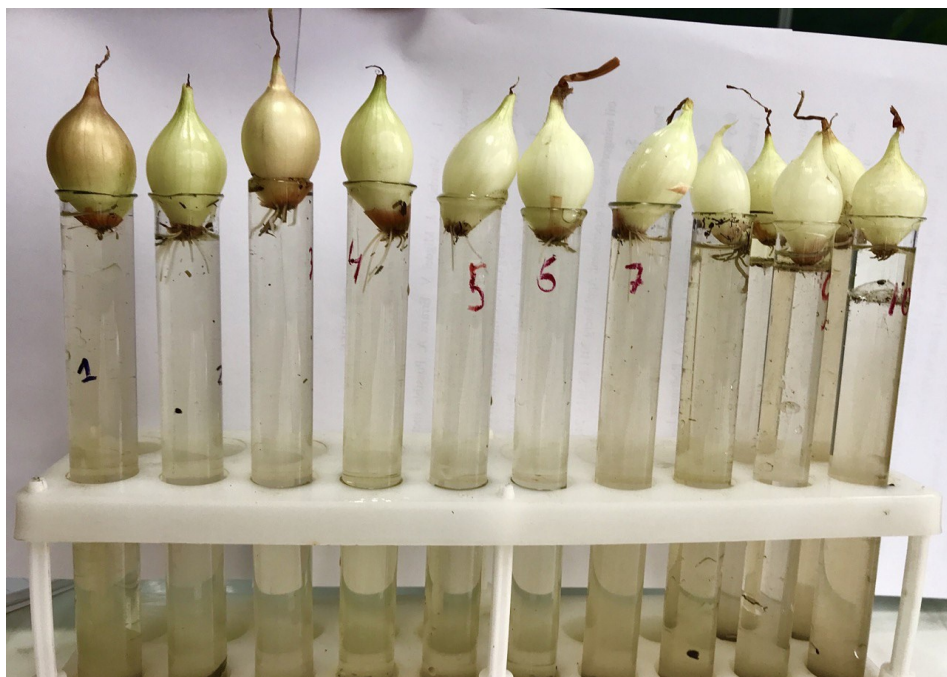


Рис. 4.6. Досліджування зразки на 8-й день досліджень



Рис. 4.7. Досліджування зразки на 11-й день досліджень

За результатами вимірів побудовані графіки динаміки росту коренів (рис. 4.8).

На підставі отриманих результатів виділений основний критерій:

- довжина коренів тест-об'єктів, оскільки одним з основних механізмів

фіторе mediaції ґрунтів від вуглеводнів нафти є їх деструкція мікроорганізмами, асоційованими з корінням рослин в ризосфері.

Крім того, своєю кореневою системою рослини сприяють поліпшенню газоповітряного режиму забрудненого ґрунту і збагачують її різними активними сполуками [2]. Результати визначення токсичності проб ґрунту, відібраних на території служби паливно-мастильних аеропорту, і їх водних витяжок методом біотестування представлено на рис. 4.8.

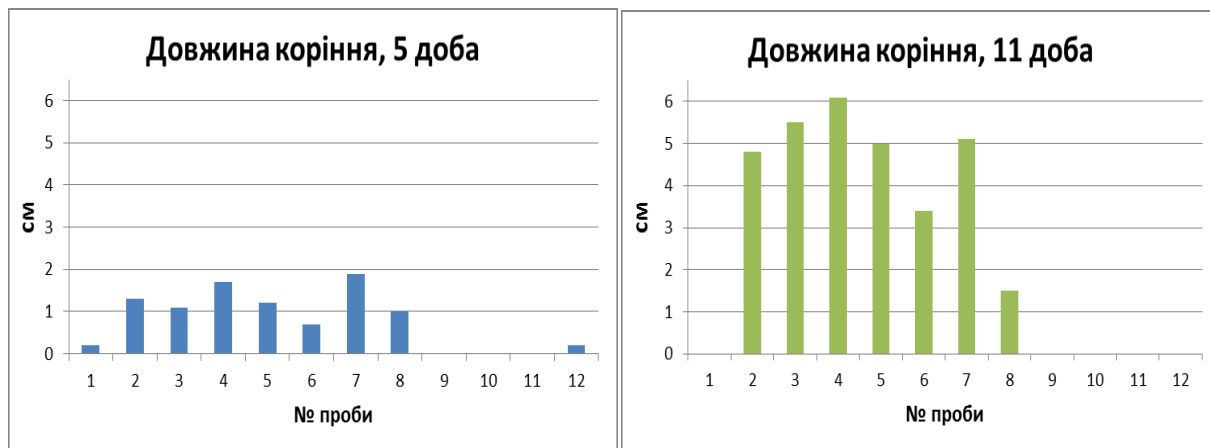


Рис. 4.8. Залежність довжина коренів тест-об'єктів від часу

Результати дослідження свідчать про наявність в хімічного забруднення в проаналізованих пробах ґрунту. Проби з відсотком забруднення 10, 15, 20 (№ проби 9,10,11 відповідно) показують неможливість вирощування рослин на ґрунтах, забруднених нафтопродуктами.

Другим етапом першої частини експериментальних дослідження було вимірювання довжини стебла та кореню даних проб ґрунту. Та визначення фітотоксичності ґрунту за допомогою рослинних біотестів: льон (*Linum usitatissimum* L.), цибулі (*Allium schoenoprasum* L.), крес-салату (*Lepidium sativum*)

Етапи проведення експериментальних досліджень:

- 1) підбір рослин, які чутливі до нафтових забруднень;
- 2) відбір методом конверту потенційно забруднених проб ґрунту на території;
- 3) просіювання та виокремлення 250 см³ ґрунту з кожної проби та розподіл проб по лоткам (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Підготовка проб для аналізу

- 4) розмежування лотків для вирощування рослин на три рівні частини
- 5) додавання по 100 мл дистильованої води
- 6) відрахування певної кількості насінин (льон – 160 шт, цибуля – шт.. Салат – 320 шт) та висадка в ґрунт (рис. 4.10)



Рис. 4.10. Підготовка насіння рослин

- 7) для забезпечення більшого контакту насінин з вологою щільно засипаємо їх перлітом та додатково зволожуємо через пульверизатор
- 8) накриваємо лотки плівкою та поміщаємо в термостат з постійним освітленням та температурою 23C (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Підтримка постійної температури в термостаті

9) робимо заміри довжини кореня та стебла рослин на 3, 7 добу (рис. 4.12-4.13).



4.12. Досліджувані зразка на 7 добу пророщування



Рис. 4.13. Вимірювання ростових характеристик рослин

З метою визначення фітотоксичності ґрунту визначали: відносну схожість насіння (ВСН), відносну довжину кореня (ВДК) та висоту пагона (ВВП) фітотестів:

- $ВСН = (К\text{-сть пророслого насіння в досліді} / К\text{-сть пророслого насіння в контролі}) \times 100 \%$;

- $ВДК = (Довжина кореня в досліді / Довжина кореня в контролі) \times 100 \%$;

- $ВВП = (Висота пагона в досліді / Висота пагона в контролі) \times 100 \%$;

Обраховували ефективну токсичність за стандартною формулою.

Коефіцієнт пригнічення схожості визначали, як відношення кількості пророслого насіння у контролі (N_0) до кількості пророслого насіння у досліді.

Коефіцієнт пригнічення росту кореня відповідно за стандартною формулою.

Коефіцієнт пригнічення росту пагона визначали аналогічно за стандартною формулою.

Результати дослідження представлені на рис. 4.14-4.19.

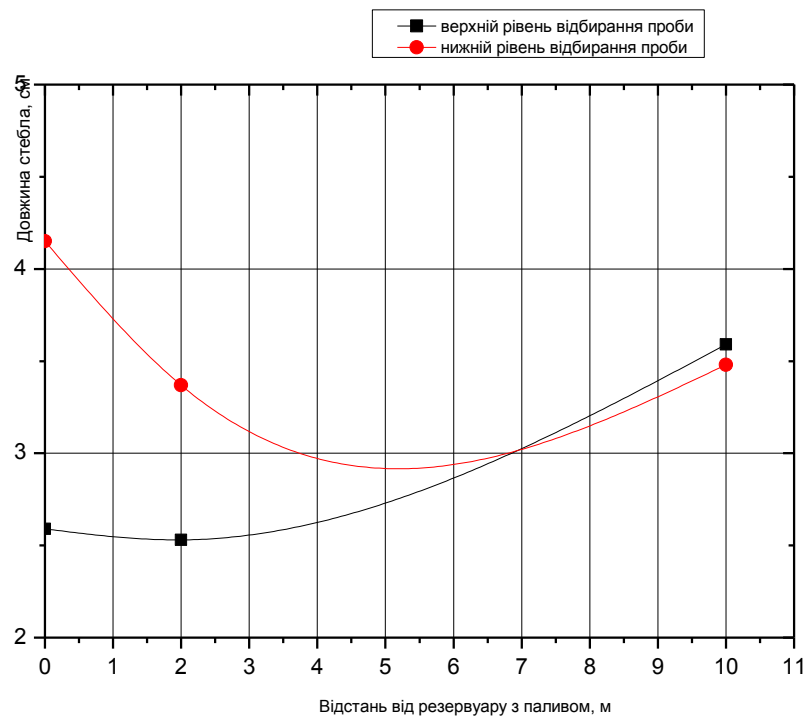


Рис. 4.14 – Залежність довжини стебла салату від відстані від резервуару

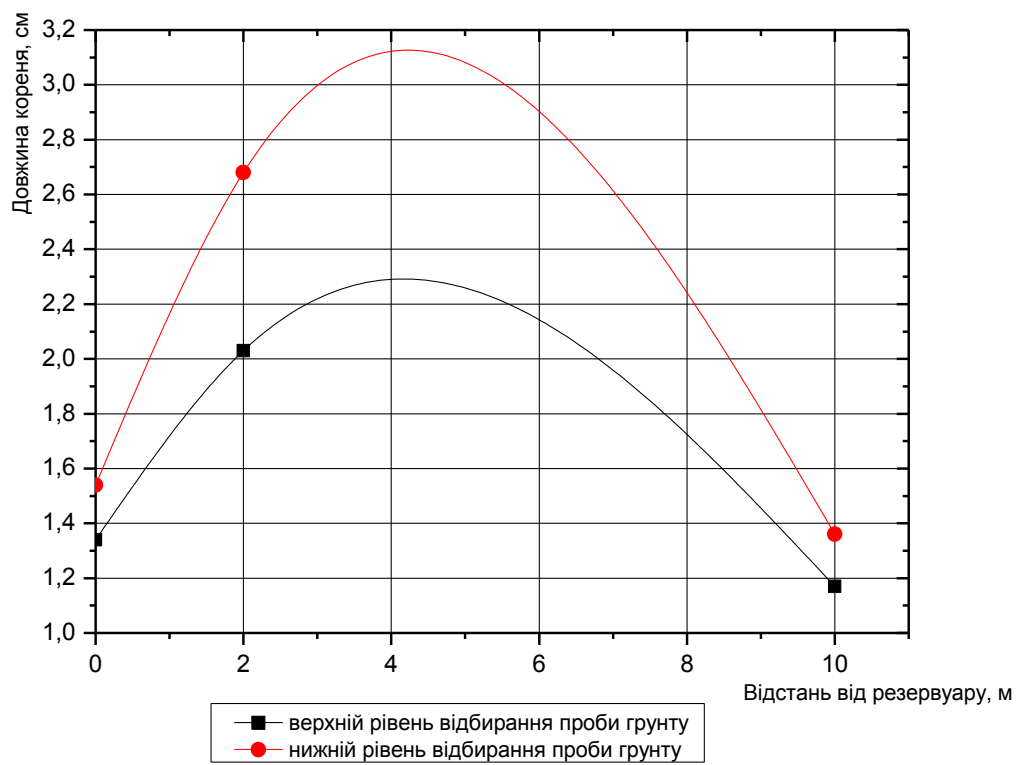


Рис. 4.15 – Залежність довжини кореня салату від відстані від резервуару

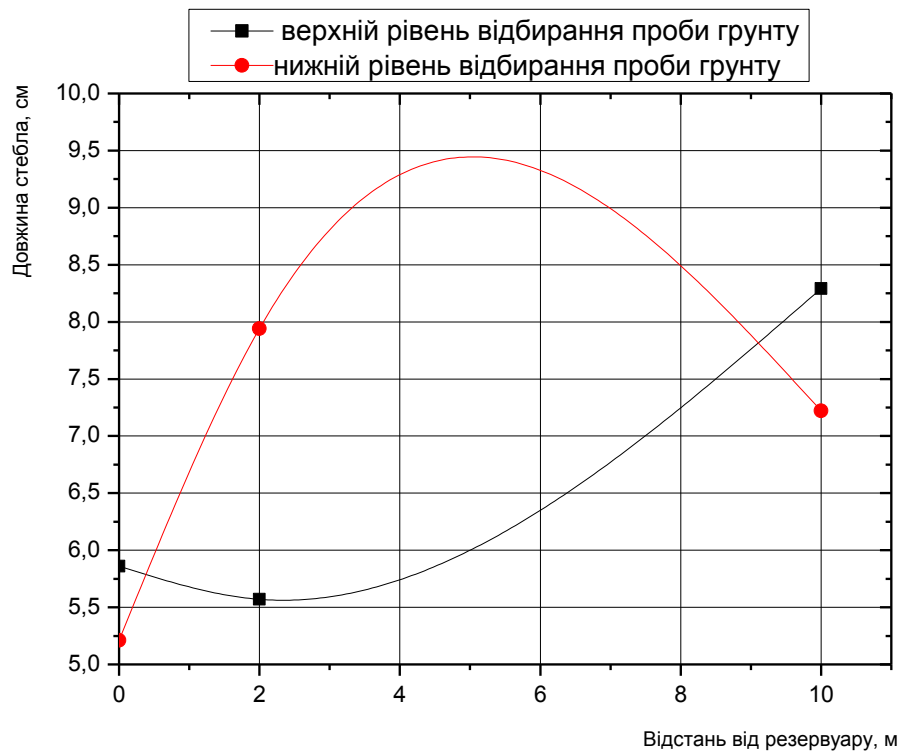


Рис. 4.16 – Залежність довжини стебла льону від відстані від резервуару

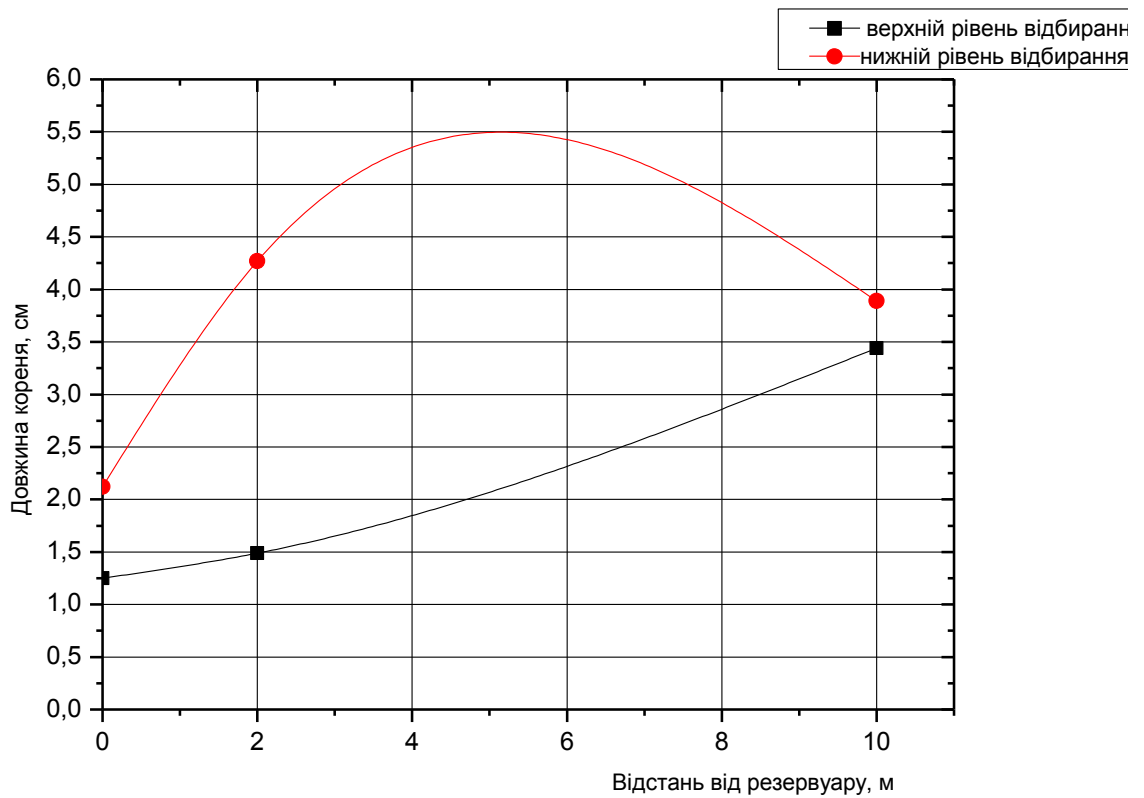


Рис. 4.17 – Залежність довжини кореня льону від відстані від резервуару

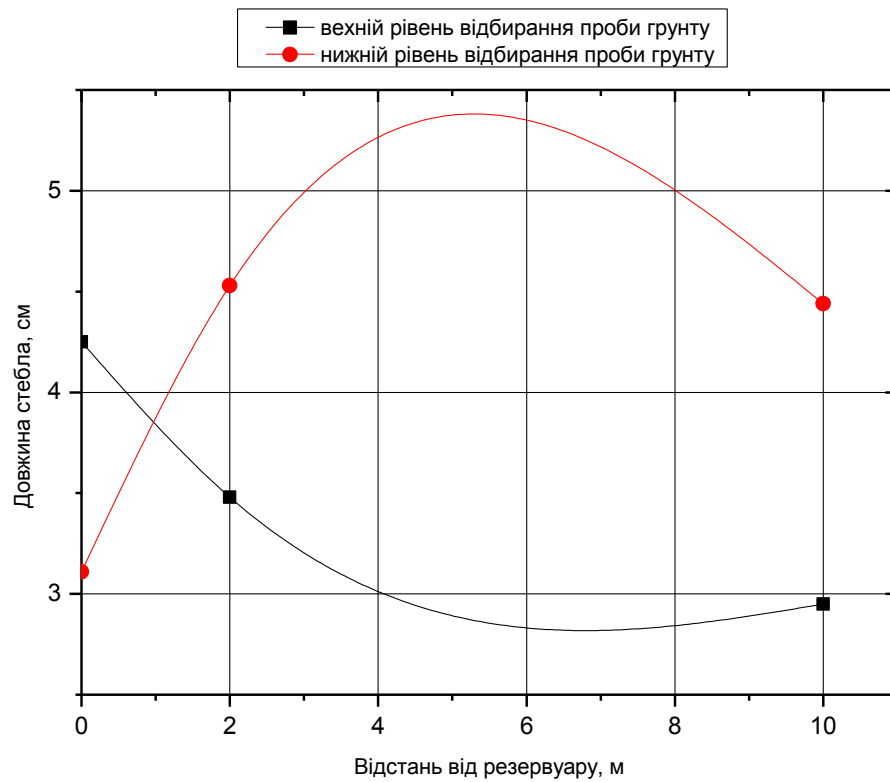


Рис. 4.18 – Залежність довжини стебла цибулі від відстані від резервуару

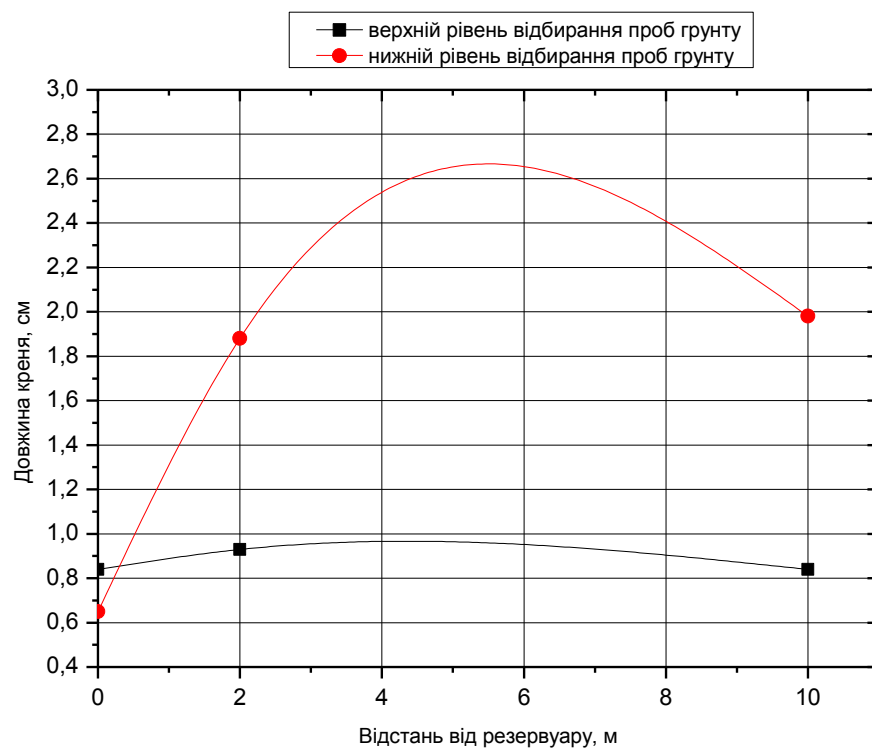


Рис. 4.19 – Залежність довжини кореня цибулі від відстані від резервуару

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень ростових характеристик рослин на різній відстані від джерела забруднення нафтопродуктами, було побудовано порівняльну характеристику залежності ростових характеристик рослин, що використовувались для біотестування та інтенсивності забруднення нафтопродуктам (рис. 4.20-4.23).

Також одним із характеристик рослин є показник кількості рослин, які ввійшли (табл. 4.2).

Табл. 4.2

Відсоток всходження рослин

№ проби	Відстань від резервуару	% всходження ЛЬОНУ	% всходження САЛАТУ	% всходження ЦИБУЛІ
1	0 м Верхній шар	21	9	12
2	0 м Нижній шар	29	2	7
3	2 м Верхній шар	23	2	8
4	2 м Нижній шар	40	8	22
5	10 м Верхній шар	64	8	16
6	10 м Нижній шар	45	9	21



Рис. 4.20. Порівняльна характеристика залежності довжини стебла льону від відстані від резервуару



Рис. 4.21 – Порівняльна характеристика залежності довжини кореня льону від відстані від резервуару



Рис. 4.22 – Порівняльна характеристика залежності довжини стебла салату від відстані від резервуару



Рис. 4.23 – Порівняльна характеристика залежності довжини кореня салату від відстані від резервуару



Рис. 4.24 – Порівняльна характеристика залежності довжини стебла цибулі від відстані від резервуару



Рис. 4.25 – Порівняльна характеристика залежності довжини кореня цибулі від відстані від резервуару

Аналізуючи отримані результати, можемо зробити висновок, що найменш забрудненими нафтопродуктами є проби номер 5 та 6, зразків відібраних в зоні не забрудненій нафтопродуктами.

Наступним етапом дослідження було визначення за аналогічною методикою, за допомогою біотестування, рівень забруднення ґрунту на території, прилеглій доаеропорту «Жуляни». Представлені результати дослідження відображені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Результати дослідження ростових характеристик рослин на території,
прилеглій до аеропорту «Київ» імені Ігоря Сікорського

№ проби	Відстань від аеропорту	% всходження ЛЬОНУ	% всходження САЛАТУ
1	5 м Верхній шар	27	26
2	5 м Нижній шар	23	30
3	500 м Верхній шар	16	35
4	500 м Нижній шар	33	55
5	1000 м Верхній шар	8	44
6	1000 м Нижній шар	55	60
7	1500 м Верхній шар	6	23
8	1500 м Нижній шар	9	33
9	2000 м Верхній шар	35	47
10	2000 м Нижній шар	39	75
11	Контрольна проба Верхній шар	65	68
12	Контрольна проба Нижній шар	55	59

У результаті аналізу отриманих результатів можемо зробити висновок про зменшення активності росту рослин з наближенням до джерела забруднення та з

підвищенням рівнем забруднення ґрунтів нафтопродуктами (рис.4.26).

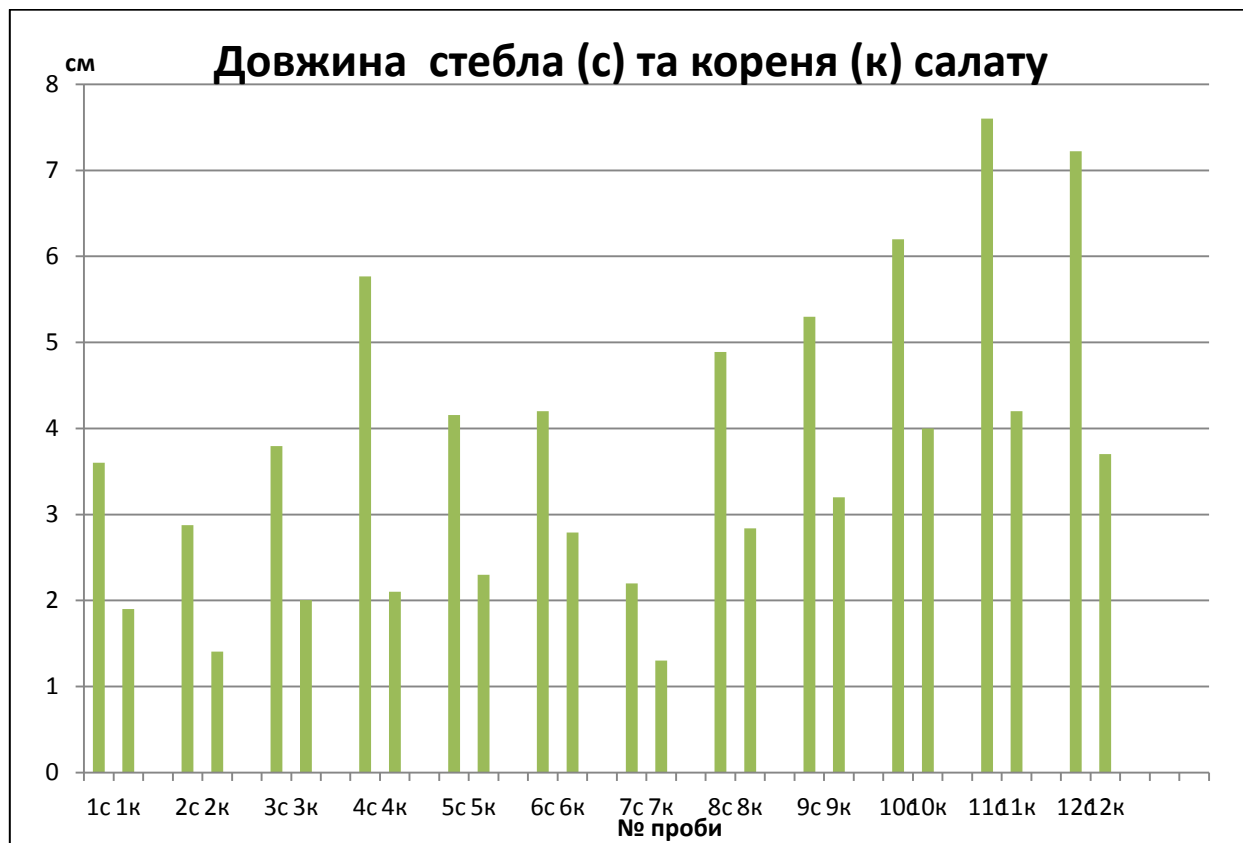


Рис. 4.26. Порівняльна характеристика ростових характеристик салату, що використовувались для біотестування

Отже, рослинні тести на сьогодні активно застосовують для біотестування забруднення довкілля. Їх рекомендовано для первинного скринінгу мутагенів, а результати, отримані та рослинних тест-системах, використовуються для прийняття ефективних управлінських рішень.

Використання біотестування рівня забрудненості ґрунтів в аеропортах та на прилеглих до них територіях, дозволить швидко реагувати на перевищення гранично-допустимих концентрацій забруднювачів у них та розробляти ефективні методи подальшої ремедіації.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Необхідний рівень безпеки і нешкідливості праці в сфері науки і виробництва закликає забезпечити система охорони праці, основні аспекти якої приведені у короткому вигляді у даному розділі.

Приміщення хімічних лабораторій з їх улаштування, обладнанням і плануванням повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, санітарних норм, вказівок по будівельному проектуванню підприємств, будівель і споруд хімічної промисловості.

Робоче місце інженера-технолога знаходиться в приміщенні лабораторії, що має розміри 9х3х3,3 метри (довжина, ширина, висота), площу 27 м² та об'єм 89,1 м³. Об'єм робочого місця на одного працівника в лабораторії авіапідприємства складає 17,8 м³, площа - 5,4 м², висота - 3,3 м, що відповідає нормативним вимогам до розмірів виробничих приміщень, згідно яких об'єм виробничих приміщень повинен бути не менше 15 м³, площа - 4,5 м², висота 3,2 м відповідно на кожного працівника [58].

5.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори в лабораторії «Авіаційних паливо-мастильних матеріалів»

В процесі праці у лабораторії на людину може впливати один або ряд небезпечних та шкідливих факторів. Міждержавним стандартом ГОСТ 12.0.003-74* [56] всі небезпечні та шкідливі виробничі фактори класифіковані на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Останні за характером впливу поділяються на фізичні і нервово-психічні перевантаження, а кожна група поділяється на конкретні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

При виконанні робіт експерт-лаборант в лабораторії «Авіаційні ПММ» на працюючих можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- біологічні (мікроорганізми: бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби; гельмінти, найпростіші та ін., а також продукти їх життєдіяльності тощо);
- хімічні (реактиви, дезінфекційні засоби, канцерогенні, подразнюючі, сенсibiliзуючі та інші речовини);
- механічні: виробниче обладнання (обладнання, що працює під тиском, центрифуги, лабораторне скло, ріжучий, колючий інструментарій, гострі краї та ін.);
- фізичні (електричний струм, електромагнітне випромінювання, недостатня освітленість, відхилення вологості і температури робочої зони від встановлених норм, підвищена рухомість повітря, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, підвищений шум);
- людські (нервово-психічні, фізичні (перевантаження персоналу) та ін.);
- пожежонебезпека.

Джерелом підвищеної температури в лабораторії НАУ можуть бути сушильні шафи, електроплитки та інші нагрівальні пристрої, джерелом пониженої температури може бути кріостат. Обчислювальна техніка є джерелом істотних тепловиділень, що може привести до підвищення температури й зниженню відносної вологості в приміщенні. У приміщеннях, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певні параметри мікроклімату [59].

Відповідно до ГОСТ 12.1.005 – 88 [57] встановлюються норми температури повітря у лабораторії (І (легка) категорія робіт): в холодний період року 20-23°C, а в теплий період року 22-25°C.

Неправильно спроектоване і виконане виробниче освітлення робочої зони та погодні умови погіршують умови зорової роботи.

Під час проведення аналізу у лабораторії інженерно-технічний персонал має контакт з ПММ і спецрідинами, які відносяться до шкідливих речовин: бензин, А-95, авіаційне та дизельне паливо; масла; робочі рідини.

Ненормований робочий день та тривала робота може призвести до перенавантаження організму.

Для того щоб оцінити поточний стан охорони праці в лабораторії необхідно виявити, які небезпечні та шкідливі виробничі фактори з діючих на цьому робочому

місці перевищують встановлені гранично допустимі рівні.

В лабораторії НАУ забезпечуються організаційні заходи щодо пожежної безпеки відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004. Параметри лабораторії НАУ наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Основні параметри лабораторії

Назва параметру	Значення
Клас конструктивної пожежної небезпеки за СНиП 01-11-93:	С0
Клас пожежної небезпеки будівельних конструкцій по ГОСТ 30403-96:	К0
Ступінь вогнестійкості будинку по ПУЕ:	В-Іб
Ступінь вогнестійкості будинку по СНиП 21-01-97:	II
Клас можливої пожежі за ISO 3941-77	В
Вибухова, вибухопожежна та пожежна небезпеки за НАПБ Б.03.002-2007	Б

Основними причинами виникнення пожеж у лабораторії НАУ є:

- несправність лабораторного устаткування, порушення правил їх експлуатації;
- несправність або неправильний монтаж електроустановок і мереж, що призводить до підвищеного нагріву або короткого замикання, іскроутворення;
- вибух горючих сумішей у повітрі при терті, ударах;
- самозагорання горючих речовин при неправильному зберіганні або незнання їх пожежної небезпеки;
- паління в пожежонебезпечних зонах.

Запобігання пожежі необхідно досягати двома способами:

- запобігання утворенню горючого середовища;
- запобігання утворенню в горючому середовищі (або внесення в нього) джерел займання.

Будівля, в якій знаходиться лабораторія має план евакуації та резервний вихід на випадок екстреної евакуації працівників і неможливістю використання основного виходу та оснащена автоматичною тепловою пожежною сигналізацією [61].

Дотримання протипожежного режиму та оснащення приміщень лабораторії НАУ первинними засобами пожежогасіння здійснювалось відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 та НАПБ Б.03.001-2004. Для локалізації та ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку необхідно використовувати вогнегасники відповідно до вимог ДСТУ 3675-98 і ДСТУ 3734-98.

Експлуатація вогнегасників повинна здійснюватися відповідно до вимог НАПБ Б.01.008-2004, а їх технічне обслуговування - відповідно до вимог ДСТУ 4297:2004 [61].

5.2. Заходи захисту від шкідливих та небезпечних факторів

Елементи силової та освітлювальної мережі повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Установки і прилади з електроживленням, а також металеве покриття і бортики лабораторних столів необхідно заземлювати.

Ефективним засобом створення комфортного мікроклімату кондиціонування повітря. Це забезпечує постійність температури, вологості, швидкості руху повітря та його частоти, незалежно від зовнішніх умов.

Приміщення лабораторії забезпечується природним, штучним та суміщеним освітленням (див. табл. 5.2) і відповідає нормативним значенням відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006. Місцеве освітлення застосовується в комбінації із загальним освітленням.

Таблиця 5.2

Фактичні значення показників освітлення лабораторії

Освітленість робочих поверхонь	Освітлення		
	Штучне, лк	Природне, КПО e_n %	Сумісне, КПО e_n %
При комбінованому освітленні	500/300	3,5	2,1
При загальному освітленні	400	1,2	0,7

Все поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно - ця основна гігієнічна вимога. При роботі з комп'ютерною технікою ступінь освітлення приміщення і яскравість екрану комп'ютера повинні бути приблизно однаковими, оскільки яскраве світло в районі периферійного зору значно збільшує напруженість очей і, як наслідок, приводить до їх швидкої стомлюваності.

Всі приміщення лабораторії НАУ відповідають вимогам електробезпеки при роботі з електроустановками з ГОСТ 12.1.019-79. Приміщення лабораторії належить до категорії «Б», з підвищеною небезпекою.

Категорія «Б», приміщення, де використовуються для дослідів або виходять результатів дослідів, горючий пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C (сірка, вугілля, барвники, пігменти, масла, спирти). Горючі пилу, волокна і рідини в такій кількості, що можуть утворювати пилоповітряні або пароповітряні вибухонебезпечні суміші, при займанні яких розвивається надмірний тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа або 0,05 кГс/см².

Усе електрообладнання, електроінструменти при напрузі понад 36 В, а також обладнання та механізми, які знаходяться під напругою, надійно заземлені. Роботи з використанням електроінструменту та електрообладнання проводяться відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01.

Для відключення електромережі на введеннях наявний рубильник. Відключення всієї мережі, за виключенням аварійного освітлення проводиться загальним рубильником.

З метою запобігання електротравматизму забороняється:

- до роботи на електричних приладах і установках допускати працівників, які не мають відповідного допуску та дозволу;
- працювати на несправних електричних приладах і установках. Про всі виявлені дефекти в ізоляції проводів, про несправності пускачів, рубильників, штепсельних вилок, розеток тощо, а також заземлення й огороження слід негайно повідомляти черговому електротехнічному персоналу;
- переносити включені прилади та залишати їх без нагляду.

Під час проведення робіт у зонах, де можливе скупчення горючих парів і газів, необхідно використовувати інструменти, що не утворюють іскор від удару та статичної електрики.

Для запобігання отруєнням і професійним захворюванням серед осіб, які працюють зі спецрідинами, відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005-88 [60] повинен проводитися санітарно-гігієнічний контроль на робочих місцях. На робочих місцях необхідно вивішувати інструкції, плакати та попереджувальні написи про дотримання вимог безпеки під учас роботи з даними речовинами.

Приміщення лабораторії повинно постійно утримуватися в чистоті, розлиті рідини - негайно забиратися.

Мийні приміщення для миття лабораторного посуду з-під легкозаймистих і горючих рідин повинні бути відокремлені від робочих приміщень неспалимими перегородками з окремим виходом назовні (у коридор) і мати місцеву витяжну вентиляцію.

У приміщеннях, де проводяться роботи із застосуванням спецрідин, не дозволяється зберігати та приймати їжу, а також палити.

Меблі, стіни та підлога в лабораторії повинні бути виконані з спеціального матеріалу, який не піддається або погано піддається впливу вогню та спецрідин.

Лабораторія повинна бути забезпечена аптечкою з набором медикаментів і перев'язувальних засобів.

Приміщення лабораторії обладнана загальнообмінною примусовою вентиляцією. Експлуатація, технічне обслуговування, плановий огляд і ремонт, а також періодичні технічні випробування систем вентиляції проводяться відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.27-09.

Для роботи зі шкідливими і легколетучими речовинами в лабораторіях встановлюють витяжні шафи з верхнім і нижнім відсмоктуванням. Для освітлення витяжних шаф використовують вибухозахищені або пиловологонепроникні ліхтарі, вимикачі яких встановлюють зовні шаф. Норми освітлення робочих поверхонь згідно СНиП II-4-79 для загальних систем освітлення повинні становити 300 лк. Швидкість повітря у робочих отворах витяжних шаф повинна відповідати класу

небезпечності речовин у таких пропорціях (див. табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Швидкість повітря у робочих отворах витяжних шаф

Клас небезпечності	Швидкість повітря, м/с
1. Надзвичайно небезпечні	1-2
2. Високо небезпечні	0,75-1,0
3. Помірно небезпечні	0,5-0,75
4. Мало небезпечні	0,35-0,5

Витяжні шафи обладнуються комунікаціями для підведення води, стисненого повітря, побутового газу, електроенергії; для стоку води влаштовують раковини. Газові і водяні крани розміщують так, щоб виключити можливість випадкового відкривання крану [59].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинно перевищувати встановлених у ГОСТ 12.1.005-88 гранично допустимих концентрацій (ГДК).

При одночасному вмісті у повітрі робочої зони кількох шкідливих речовин односпрямованої дії (близьких за хімічним складом і характером біологічного впливу) сума відношень фактичних концентрацій кожної з них ($C_1, C_2, \dots C_n$) у повітрі приміщень до їх ГДК ($ГДК_1, ГДК_2, \dots ГДК_n$), не повинна перевищувати одиниці, тобто

$$C_1/ГДК_1 + C_2/ГДК_2 + \dots + C_n/ГДК_n \leq 1$$

ГДК поширюється на повітря робочої зони всіх робочих місць незалежно від їх розташування.

Основні вимоги до систем вентиляції

Природна та штучна вентиляції повинні відповідати наступним санітарно-гігієнічним вимогам:

- створювати в робочій зоні приміщень нормовані параметри повітряного середовища;
- не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом

засмоктування забрудненого повітря з суміжних приміщень;

- не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження;
- бути доступними для управління та ремонту під час експлуатації;
- не створювати під час експлуатації додаткових незручностей, бути Економічними, вибухопожежобезпечними, не заважати використовувати технологічні операції, не створювати перешкоди цеховому транспорту, не впливати на якість продукції.

Постійно діюча вентиляція забезпечує кратність повітрообміну, який розрахований залежно від виду та класу небезпеки речовини, що перебуває в обігу в лабораторії НАУ, та роботу системи місцевих відсмоктувань для видалення пилу та вибухонебезпечних речовин від місць їхнього утворення [59].

Розрахунок необхідного повітря вентиляційної системи лабораторії НАУ.

1) Визначаємо витрату повітря через місцеву вентиляцію, Q_m (м³/год):

$$Q_m = F * V * 3600 \quad (5.1)$$

де F - сумарна площа усіх вхідних отворів витяжних шаф, м²; V - швидкість руху повітря в цих отворах, м/с.

$$Q_m = 4,5 * 0,5 * 3600 = 8100 \text{ м}^3/\text{год} . \quad (5.2)$$

2) Визначаємо кількість парів бензину, що видаляються місцевою вентиляцією ($G_{б.м.}$) до граничної концентрації $m_{ГДК}$:

$$G_{б.м.} = m_{ГДК} * Q_m * 10^{-3} \quad (5.3)$$

$$G_{б.м.} = 0,1 * 8100 * 10^{-3} = 0,81 \text{ кг/год}.$$

3) Залишкова кількість нерозбавлених парів бензину $G_{б.з.}$:

$$G_{Б.З.} = G_{Б.} - G_{Б.М.}, \quad (5.4)$$

тому $G_{Б.З.} = 5,0 - 0,81 = 4,19$ кг/год.

4) Розраховуємо необхідну витрату повітря загальнообмінної вентиляції $G_{Б.}$:

$$Q_{Б.} = (G_{Б.З.} * 1000) / (m_{ГДК} - m_{пр}), \quad (5.5)$$

де $m_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони, мг/м³; $m_{пр}$ - концентрація шкідливих речовин, що потрапляє з припливним повітрям, мг/м³.

$$Q_{Б.} = (4,19 * 1000) / (0,1 - 0) = 4,19 * 10^4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.6)$$

Роботи в лабораторії авіапідприємства проводяться тільки при справній вентиляції. Всі роботи з хімічними речовинами проводяться тільки у витяжних шафах.

5.3. Рекомендації, щодо покращення умов праці експерта лабораторії

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих включають:

- вилучення шкідливих речовин у технологічних процесах, заміна шкідливих речовин менш шкідливими і т.п. Наприклад, свинцеві білила замінені на цинкові, метиловий спирт - іншими спиртами, органічні розчинники для знежирювання – миючими розчинами на основі води та ін.;
- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосування замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів,

мокрих способів переробки пиломатеріалів тощо);

- автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами та обладнанням, що виключає безпосередній контакт працюючих зі шкідливими речовинами;
- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укрить;
- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очистки викидів в атмосферу;
- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

Засоби захисту органів дихання — різні респіратори та протигази. Ці прилади забезпечують захист органів дихання за умов обмеженого вмісту шкідливих речовин та при вмісті кисню у повітрі не менше 18 %. Найширше застосування мають респіратори. Їх поділяють на протипилові, протигазові та універсальні. Вони складаються з маски (напівмаски) і фільтра. Протипилові респіратори захищають органи дихання від аерозолів. Промисловість випускає респіратори ШБ-1 “Лепесток”, “Астра-2”, Ф-62Ш тощо [60].

Для захисту працівників хімічних лабораторій від дії небезпечних та шкідливих факторів необхідно використовувати засоби колективного і індивідуального захисту відповідно до вимог ДСТУ 7238:2011.

Інженерно-технічний персонал лабораторій НАУ забезпечується засобами індивідуального захисту, які відповідають вимогам, встановленим в ГОСТ 12.4.001-80, ГОСТ 12.4.103-83, і по нормах, що діють.

Отже, необхідний рівень безпеки і нешкідливості праці в сфері науки і виробництва закликає забезпечити система охорони праці. Поточний стан охорони праці в лабораторії, небезпечні та шкідливі виробничі фактори на цьому робочому місці не перевищують встановлені гранично допустимі рівні.

ВИСНОВКИ

Характерною рисою сучасної цивільної авіації є наявність великих аеропортів, в яких сходяться маршрути багатьох літаків. Для таких аеропортів актуальною проблемою стає забруднення навколишнього середовища численними шкідливими речовинами, що утворюються при авіатранспортних процесах.

Відбувається інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери внаслідок надходження вихлопних газів авіаційних двигунів, які містять різні токсичні домішки. Значний внесок в забруднення повітря в зоні аеропортів вносять також вихлопи двигунів спецавтотранспорту, пасажирського і вантажного автотранспорту, викиди шкідливих речовин при роботі аеропортових енергетичних установок і котелень, виробничих і ремонтних цехів, надходження в повітря парів паливно-мастильних матеріалів і авіаційного палива.

Поряд із забрудненням атмосфери в зоні великих аеропортів відбувається значне забруднення поверхневих вод і ґрунту. До цього призводить, головним чином, скидання виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що містять різні шкідливі домішки, а також осадження на поверхні ґрунтів і водойм токсичних речовин, що надходять в атмосферу при авіатранспортних процесах.

Аеропорти є також джерелами сильного фізичного (електромагнітного і акустичного) забруднення навколишнього середовища.

В даний час ґрунт набуває ще більшого значення в житті суспільства і природи як особлива поліфункціональна система взаємодії природних і антропогенних факторів.

Разом з цим, збільшення об'ємів споживання нафтопродуктів веде до інтенсифікації робіт із буріння свердловин та збільшення об'ємів перекачування нафти нафтопроводами. При цьому відбуваються розливи нафти, що призводить до забруднення ґрунтів і виникнення проблеми їх рекультивації.

Гранично допустимі концентрації нафти, нафтопродуктів в ґрунті не встановлені, екологічно безпечні норми їх вмісту в ґрунті не розроблені. Орієнтовно допустимі концентрації нафти і нафтопродуктів в ґрунтах носять загальний характер.

В даний час використання інтегральних показників для оцінки якості довкілля знаходить все більше застосування. За допомогою інтегральних показників можна не тільки оцінювати стан ґрунтів при їх забрудненні вуглеводнями нафтопродуктів, але і визначати інформативні діагностичні показники для ґрунтів, екологічно небезпечні концентрації нафтопродуктів.

Серед найбільш поширених шкідливих забруднювальних речовин важкі метали (35%) і мінеральні масла (24%). За оцінками ЕАН, за 200 років індустріалізації в країнах ЄС приблизно на 250 тис. ділянок землі містяться забруднені ґрунти, які потребують подальшого відновлення.

У результаті виконання роботи встановлено, що сучасні авіаційні підприємства є джерелом постійного негативного впливу на НС. Рослинні тести на сьогодні активно застосовують для біотестування забруднення довкілля. Встановлено, що пріоритетним є пошук тест-систем, які надаватимуть змогу оцінювати комбінований вплив забруднювачів довкілля, зокрема нафтопродуктів, на організм людини та біоту.

Оцінка стану ґрунту на території аеропорту за допомогою рослинних тест-систем дозволяє швидко та ефективно встановити небезпечне забруднення ґрунтів на території аеропорту.

У результаті аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено практичну пряму залежність параметрів рослин від концентрації, що вказує на більшу чутливість льону, у порівнянні з іншими досліджуваними рослинами, до дії забруднювача.

Про що каже також інгібуюча дія рослин, що вирости на ґрунті, відібраного з нижнього рівня. У випадку зі льоном також можливе порушення фітогормонального зв'язку, саме тому, можливо, і спостерігається така залежність. У результаті аналізу отриманих результатів можемо зробити висновок про

зменшення активності росту рослин з наближенням до джерела забруднення та з підвищенням рівнем забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Величко В.А. Екологія родючості ґрунтів / В.А. Величко, К.: Аграрна наука, 2010. 271 с.
2. Голубєв І.Р., Новіков Ю.В. Навколишнє середовище і транспорт //ЕКОл. вісн., 2003. 10–11 с.
3. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. М.: Транспорт, 1987. 207 с.
4. Лазановская И.Н., Орлов Д.С., Саговникова Л.К. ЕКОлогия и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Вища шк., 1998. 287 с.
5. Запорожець В.В., Шматко М.П. Аеропорт: організація, технологія, безпека. К.: Дніпро, 2002. 168 с.
6. Савенко В.С. Природные и антропогенные источники загрязнения аВМосферы // Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1991. 212 с.
7. Алексєєнко І.Р., Коничев А.А., Понченко Н.А. Екстремальні фактори і біооб'єкти. К.: Наук. думка, 1989. 152 с.
8. Рожнов М. С. Способ установления качества измерений в газовом анализе - национальный и международный аспекты [Текст] / М. С. Рожнов. // Химия и материаловедение, 2007. 415 – 417с.
9. Бровко Ф. М. Сучасні проблеми та здобутки лісової рекультивації відвальних ландшафтів в Україні / Ф. М. Бровко // Лісове і садово-паркове господарство. 2012. 42–49 с.
10. Життя і навколишнє середовище. ЮНЕСКО ЮНЕП / К.М. Ситник, Л.С. Чередніченко, В.Ч. Сахаєв та ін. – К.: Наук. думка, 1985. – 248 с.
11. Аксенов И.Я., Аксенов В.Я. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с
12. Руководство по инвентаризации выбросов парниковых газов. – М., 2002. –

Раздел Воздушные перевозки. – С. В851-24 – В851-54.

13. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, М., 2007. Том 2: Энергетика. 362 – 382 с.
14. Николайкина Н.Е., Николайкин Н.И., Матягина А.М. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта. М.:ИКЦ «Академкнига», 2006. 232с.
15. Николайкин Н.И. Регулирование состояния антропогенно-изменённых экосистем вокруг комплексов авиапредприятий в жизненном цикле авиаперевозок // Научный вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. 22-30 с.
16. Франчук Г.М., Ісаєнко В.М. Екологія, авіація і космос. К.: НАУ, 2005. 450 с.
17. Трофимов, С. Я. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы / С. Я. Трофимов, Я. М. Аммосова, Д. С. Орлов, Н. Н. Осипова, Н. И. Суханова // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 2000. № 2. 30 с.
18. Середина, В. П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В.П. Середина, Т. А. Андреева, Т. П. Алексеева, Т. И. Бурмистрова, Н. Н. Терещенко. 143 Томск : Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.
19. Кувшинская, Л. В. Техногенез при добыче нефти / Л. В. Кувшинская, Г. А. Воронов, С. А. Бузмаков // Геохимия биосферы : тез. III междунар. совещ. Ростов-наДону. Изд-во ростовского ун-та, 2001. 215 с.
20. Середина, В. П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В. П. Середина, Т. А. Андреева, Т. П. Алексеева, Т. И. Бурмистрова, Н. Н. Терещенко. Томск : Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.
21. Киреева, Н. А. Активность оксидоредуктаз в нефтезагрязненных и рекультивируемых почвах/Н. А. Киреева, Е. И. Новоселова, Г. Ф. Ямалетдинова // Агрохимия. 2001. № 4. 53 с.
22. Орлов, Д. С. Методы контроля почв, загрязненных нефтью и НП / Д. С. Орлов, Я. М. Аммосова // Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв, 1994. 219 с.
23. Колесников, С. И. Изменение комплекса почвенных микроорганизмов при

- загрязнении чернозема обыкновенного нефтью и нефтепродуктами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, Н. В. Велигонова, Е. В. Патрушева, Д. К. Азнаурьян, В. Ф. Вальков // *Агрохимия*, 2009. № 12. 44 с.
24. Хазиев, Ф. Х. Влияние нефтепродуктов на биологическую активность почв / Ф. Х. Хазиев, Е. И. Тишкина, Н. А. Киреева // *Биол. Науки*, 1988а. № 10. 93 с.
25. Шорина, Т. С. Влияние нефтяного загрязнения на биологическую активность черноземов / Т. С. Шорина // *Вестник ОГУ*. 2009. 651 с.
26. Кононова, М. М. Органическое вещество почвы / М. М Кононова. – М. : Издательство Академия наук СССР, 1963. 314с.
27. Колесников, С. И. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков, Д. К. Азнаурьян, М. Г. Жаркова. – Ростов н/Д : Изд-во ЗАО Ростиздат, 2007. 192 с.
28. Почвы. Термины и определения: ГОСТ 27593-88: 1988. [Чинний від 1988- 06-30]. М.: Стандартинформ, 2006. 11 с.
29. Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень: ГОСТ 17.4.1.02-83:1983. [Чинний від 1985- 01-01]. – Издательство стандартов № 1984, ИПК, 1984. 4 с.
30. Апостолук С. О. Промислова Екологія. Навчальний посібник/ С. О. Апостолук, Джигирей В. С., Соколовський І. А., Сомар Г. В., Лук'янчук Н. Г. – К. : Знання, 2012. 431 с.
31. Мирошниченко Н. Н. Принципы регламентации углеводородного загрязнения почв Украины / Н. Н. Мирошниченко // *Почвоведение*. 2008. № 5. 614–622 с.
32. Міронова Н. Г. Фітомеліорація техногенних водойм Малого Полісся / Н. Г. Міронова. Л.; 2015. 40 с.
33. Соловьев В. И. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв / В. И. Соловьев, Г. А. Кожанова // *Мир экологии*. – 2004. № 2. 21–25 с.
34. Василенко П. А. Анализ современных отечественных и зарубежных концепций производственного экологического мониторинга нефтегазового

- комплекса и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на этих объектах / П. А. Василенко, С. Г. Корниенко. М. : НППГ, 1997. 33 с.
35. Володимир К. Енциклопедія українознавства / Володимир К. — Наукове товариство імені Шевченка; Львів ; Київ : Глобус, 2003. Т. 4. 1266 с.
36. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / М. М. Мірошніченко, А. І. Фатєєв, Є. В. Панасенко, В. І. Якушко // Вісник аграрної науки. 2016. №10. 52–54 с.
37. Soil contamination: impacts on human health. In-depth report. – Bristol: Science Communication Unit, University of the West of England. 2013. 29 с.
38. Глазовская, М. А. Методологические основы оценки экологического химического устойчивости почв к техногенным воздействиям / М. А. Глазовская. М., 2007. 102 с.
39. Строганова, М. Н. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части Москвы) / М. Н. Строганова, М. Н. Агаркова // Почвоведение. 2012. №7. 16 с.
40. Пиковский, Ю. И. Формирование и распределение техногенных геохимических потоков нефти / Ю. И. Пиковский // Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М. : изд-во МГУ, 1993. 107 с.
41. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П.Солнцева. М.: МГУ, 1998. 376 с.
42. Новые углеродные материалы для ликвидации разливов нефти / Б.А.Темирганов, З.Х.Султыгова, А.Х.Саламов, А.М.Нальгиева // Фундаментальные исследования. 2012, № 6 (часть 2). 471-475 с.
43. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. 2. Андреев В.Л. и др. Наземная экология / Методические указания по изучению курса. СПб.: АГА, 1999.
44. Асатуров М.Л. Основы экологии. Ч. II. Антропогенные экологические процессы / Учебное пособие. СПб.: АГА, 2012.
45. Асатуров М.Л. Стратосферный аэрозольный слой. СПб.: ГУГА, 2016.
46. Белов С.В. и др. Охрана окружающей среды. М.: Высшая школа, 2001.

47. Ененков В.Г. и др. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах. М.: Транспорт, 1994.
48. Иванов В.И., Андреев В.Л. Охрана окружающей среды / Учебное пособие. Л.: АГА, 2001.
49. Фесенко І.М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти / І.М. Фесенко, І.А. Решетов, М.М. Фесенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2013. 36-40 с.
50. Мірошніченко М.М. Вплив забруднення нафтою на властивості ґрунтів різного гранулометричного складу / М.М. Мірошніченко // Агрохімія і ґрунтознавство. 2010. Вип. 60. 91-96 с.
51. Соромотин А.В. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы /А.В. Соромотин, С.Н. Гашев, М.Н. Гашева., Е.А. Быкова // Материалы I Всесоюз. Конф. "Экология нефтегазового комплекса". 1999. Вып. I. - Ч. 2. - 180-191 с.
52. Білоненко Г.М. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / Г.М.Білоненко // Вісник аграрної науки. 2015. №10. 52-54 с.
53. Глазовская М.А. Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью/ М.А. Глазовская // Сб. науч. тр. «Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем». М.: Наука. 1998. 50 с.
54. Руських И.В. Оценка остаточного нефтяного загрязнения в почвах / И. В. Руських // Материалы V международной конференции «Химия нефти и газа». 2016.42-49 с.
55. Гринчишин Н.М. Небезпека міграції нафти і нафтопродуктів у поверхневій шарі ґрунту при аварійних виливах /Н.М.Гринчишин, О.Ф.Бабаджанова // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2016. № 13. 52-57 с.
56. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила : ГОСТ 12.0.003 -74 ССБТ.,1994.-4 с.. - (Опасные и вредные производственные факторы. Классификация).

57. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
58. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості України. НПАОП 11.1-1.01-08. Х.: Індустрія, 2008. 192 с.
59. Кушелев, В. П. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: учебник / В. П. Кушелев, Г. Г. Орлов, Ю. Г. Сорокин. - М.: Химия, 1983. 472 с.
60. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»
61. ГОСТ 12.1.017-80 ССБТ. Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических органических продуктов.
62. Охрана труда в нефтяной промышленности / М. М. Сулейманов, Г. С. Газарян, А. Б. Тимошук, Э. Г. Манвелян. М.: Недра, 1980. 319 с.
63. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання : ДСН 3.3.6.042-99. Постанова № 42 від 01.12.99, м.Київ , 1999. 12 с. (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).
64. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила : ГОСТ 12.1.007-76*/ - Государственный Стандарт Союза ССР, 1976. 7 с. (Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности).